

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy
Ústav letecké dopravy

Výběr vhodného typu cvičného kluzáku pro základní a pokračovací výcvik
Selection of Suitable Type of Trainer Glider for Basic and Advanced Training

Student:

David Tučapský

Vedoucí:

Ing. Lubor Sobek, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **David Tučapský**

Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy

Studijní obor: 3708R036 Technologie letecké dopravy

Téma: Výběr vhodného typu cvičného kluzáku pro základní a pokračovací
výcvik
Selection of Suitable Type of Trainer Glider for Basic and Advanced
Training

Zásady pro vypracování:

Rešerše cvičných kluzáků v provozu Aeroklubu ČR
Určení provozních charakteristik a vlastností cvičného kluzáku
Stanovení kritérií pro výběr
Návrh vhodných typů dle kritérií

Seznam doporučené odborné literatury:

AK-PL - Osnovy výcviku pilota kluzáku
Letová příručka kluzáku L13 Blaník
<http://www.glidering.cz>
<http://www.segelflug.de/>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

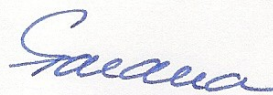
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lubor Sobek, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry

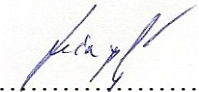


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 25.2.2012

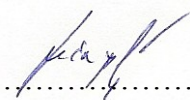

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 25.2.2012


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:
Adresa trvalého pobytu autora práce:

David Tučapský
Lihovarská 354, 747 64 Velká Polom

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: Tučapský D., Výběr vhodného typu cvičného kluzáku pro základní a pokračovací výcvik

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lubor Sobek, Ph.D.

VŠB – TUO, Fakulta strojní, 2012, 66 stran.

V této bakalářské práci se zabývám problematikou výběru vhodného typu kluzáku pro aeroklubová letiště, která provozují základní i pokračovací výcvik pilotů. V úvodu práce se zaměřuji na mechaniku letu s kluzáky a jejich základní rozdělení. Postupně popisuji a přibližuji jednotlivé typy mnou vybraných kluzáků a následně vyhodnocuji, který typ je vhodný pro výcvik, nebo naopak nevhodný. Pro vyhodnocení vhodného typu jsem použil metodu, která srovnává jednotlivé parametry na základě jejich důležitosti pro výcvik pilotů.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Student: Tučapský D., Selection of Suitable Type of Trainer Glider for Basic and Advanced Training

Thesis supervisor: Ing. Lubor Sobek, Ph.D.

VŠB – TUO, Faculty of Mechanical Engineering, 2012, 66 pages.

In this bachelor thesis, I deal with selection of suitable type of glider for aero club's airfields, that operate basic and advanced training for pilots. In the introduction, I focus on mechanics of flight with gliders and their basic classification. Gradually describe and presents each type of gliders selected by me and then analyze which type is or isn't suitable for training. To assess the appropriate type, I used a method that compares the different parameters based on their importance for training the pilots.

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Luboru Sobkovi, Ph.D., který mi poskytl cenné rady a připomínky pro vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat členům aeroklubu Frýdlant nad Ostravicí za poskytnuté informace, podklady a volný čas, který mi věnovali.

Obsah

Seznam zkratk	8
Cíle bakalářské práce	9
Úvod	10
1. Počátky bezmotorového létání	11
2. Moderní dějiny bezmotorového létání	13
3. Sportovní bezmotorové létání – létání pro radost	15
4. Kluzáky a jejich základní prvky	18
4.1. Klouzavost	19
4.2. Profil křídla	19
4.3. Vztlaková mechanizace	20
4.4. Brzdící klapky	20
4.5. Winglety	21
4.6. Turbulátory	21
5. Základní rozdělení současných kluzáků	22
6. Technika letu s kluzákem	25
6.1. Působení aerodynamických sil	25
6.2. Vztlak	26
6.3. Vztlaková čára, aerodynamická polára	27
6.4. Starty kluzáků	29
6.5. Princip získání výšky	30
7. Výcvik pilotů kluzáků	33
8. Zákaz Blaníků na světové scéně	36
8.1. L-13 Blaník	37
9. Rešerše, jako náhrada za Blaník	39
9.1. L-23 Super Blaník	39
9.2. L-13 AC Akro-Blaník	41
9.3. Schempp-Hirth Duo Discus	42
9.4. TST-8 Alpin D	43
9.5. TST-14 Bonus	45
9.6. Grob G-103 Twin Astir	46
9.7. DG-1001	47

9.8. DG-500	49
9.9. Schleicher ASK-13	51
9.10. Schleicher ASK-21	52
9.11. Scheibe SF-34	54
10. Výběr vhodného kluzáku	56
10.1. Hmotnostní ohodnocení (max. 35%)	58
10.2. Min. bezpečné rychlosti (max. 30%)	59
10.3. Klouzavost (max. 25%)	59
10.4. Ocasní plochy a rok vzniku (po 5%)	60
11. Závěrečná vyhodnocení	61
12. Použitá literatura a zdroje	64

Seznam zkratk

ATPL(A)	Airline Transport Pilot Licence - průkaz dopravního pilota
CPS	Celostátní plachtařská soutěž
FAI	Mezinárodní letecká federace
A	Aerovlekový start – start za tažným letadlem
N	Start pomocí navijáku
EASA	European Aviation Safety Agency - Evropská agentura pro bezpečnost letectví
ÚCL	Ústav civilního letectví
FT	Feet – stopa (délková míra užívaná v letectví)

Cíle bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je pomoci aeroklubům s výběrem vhodného typu kluzáku pro základní a pokračovací výcvik. Práce je zaměřena na popis jednotlivých kluzáků, které by teoreticky mohly sloužit k výcviku pilotů a následném srovnání jednotlivých parametrů, které měly za cíl co nejefektivněji stanovit, který typ je více či méně vhodný, nebo naopak zcela nevyhovující pro letecký výcvik.

Za vedlejší cíle lze považovat popis a přiblížení bezmotorového létání lidem, kteří se v oblasti letectví příliš nepohybují, základní členění a deskripci kluzáků, techniku letu, či samotný průběh výcviku.

Úvod

Bezmotorové létání patří bezpochyby k prvním typům řízených letů, které člověk za svou existenci uskutečnil. První pokusy o lety byly často komické, avšak mnohdy s tragickými následky. Leteckou dopravu řadíme k nejmladším oborům dopravy, která od svého vzniku prodělala neskutečný pokrok kupředu ve srovnání s jinými druhy. Tak, jako motorové létání, se i silně rozvíjí oblast sportovního, přesněji bezmotorového létání, které je často vyhledávané pro své rekreační využití.

Do roku 2010 byl u nás nejčastějším a dle mnohých nejvhodnějším kluzákem pro výcvik pilotů československý Blaník L-13. Bohužel tragická nehoda dvou pilotů v Rakousku zapříčinila zákaz těchto kluzáků a nejen české aerokluby stály před nelehkým úkolem - jak tento typ nahradit. Tímto problémem se v širším měřítku zabývá tato práce, která by měla pomoci při rozhodování vhodné náhrady za již nevyhovující Blaník L-13.

1. Počátky bezmotorového létání

Historie bezmotorového létání sahá až do dávných dob, kdy lidé jen mohli bezmyšlenkovitě pozorovat ptáky a ptát se sami sebe, jak to vlastně dělají. První průkopníci létání byli spíše terčem posměchu a nezájmu ze strany tehdejší společnosti, protože snad nikdo nevěřil, že něco takového, jako létání bude možné. Právě ale ptáci a jejich mávavé pohyby křídel byly tou hlavní inspirací pro nadšence z dob minulých.

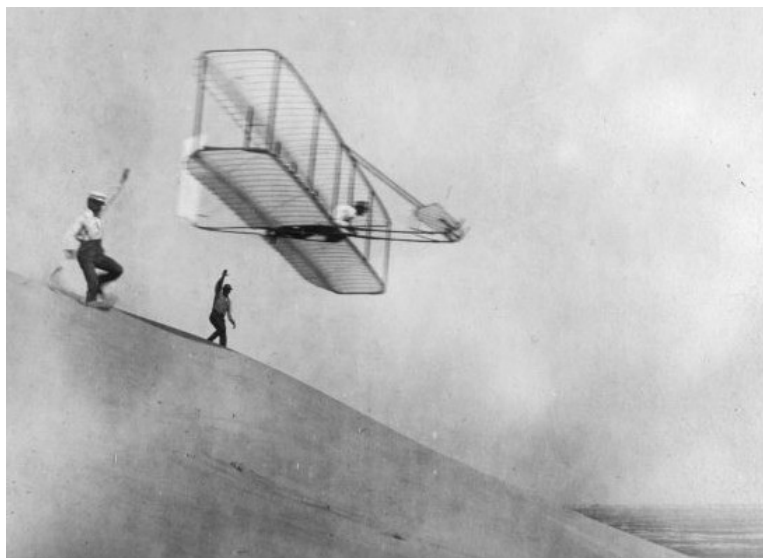
Počátky létání, aspoň toho bezmotorového, můžeme zaznamenat v Evropě v druhé polovině 15. století. Z historického hlediska se bohužel Evropa nedočkala i druhého prvenství, co se týče motorového létání, to připadlo Americe, kde 17. prosince 1903 uskutečnili bratři Wrightové historicky první let na motorovém stroji. Mezi jedny z prvních se určitě řadí Leonardo da Vinci (1452-1519), který si také jako jeden z prvních uvědomil podstatu vzestupných vzdušných proudů. Zanechal nám nespočet náčrtků a plánek, jak si tehdy tento geniální umělec představoval podstatu letu (mimo jiné také uvažoval o řízeném letu pomocí kormidel a stabilizační úloze ocasu).

Další velmi důležitou osobou při revoluci v bezmotorovém létání byl v Německu Otto Lilienthal (1848-1896), který se svým bratrem Gustavem zasvětil většinu života pozorováním ptáků a studiem vzdušných proudů. Tato několikaletá pozorování ho přesvědčila o důležitosti profilu křídel, poměru nosné plochy ku váze stroje a také jako první graficky znázornil závislosti vztlaku a odporu při různých úhlech náběhu (tzv. polární diagram), proto právě Ottu Lilienthala považujeme za zakladatele moderní aerodynamiky. Jeho dalším důležitým poznatkem v oblasti techniky létání bylo, že zvolením menšího rozpětí křídel bude letoun mnohem snadněji ovladatelný. Potřebný vztlak, který ubyl zmenšením nosné plochy byl nahrazen dalším křídlem, tudíž se jednalo o jeden z prvních dvouplošníků, jehož podstata konstrukce byla ověřena skutečnými výpočty.



Obr. 1.1: Lilienthalův dvouplošník, rok 1895 [15]

V neposlední řadě bych nemohl zapomenout na bratry Wrighty, kteří jsou mimo jiné považováni také za průkopníky v motorovém letectví. Právě ale jejich motorový letoun byl „obyčejný“ kluzák osazený spalovacím motorem a vrtulí, čímž nahradili různé kladkostroje a lana, používaná doposud jako zdroj hybné síly pro vzlety. Kluzáky prošly pod rukama bratří Wrightů mnoha inovacemi, přičemž nesmíme zapomenout na fakt, že v počátcích svého testování vycházeli právě z německé konstrukce Otty Lilienthala. Mezi nejzásadnější inovace patří například umístění výškového kormidla v přední části letounu, umístění zadního směrového kormidla na zádi a také dvojice lyží, které umožnili kluzáku přistát bez pomoci lidského těla.



Obr. 1.2: Dvouplošník bratří Wrightů, rok 1901 [16]

Po prvním motorovém letu, který byl uskutečněn v roce 1903 se bratři, možná pro některé paradoxně, vrátili opět k bezmotorovému létání a v roce 1911 představili světu nový prototyp kluzáku. Tento prototyp vycházel z již zažité konstrukce z roku 1901, avšak byl zdokonalen prvky, které používáme v drtivé většině u moderních letounů. Tím bylo především umístění výškového kormidla do zadní části společně s dvojicí směrových kormidel. Jejich rekord v klouzavém letu nebyl po 10 let vůbec překonán, činil 9 minut 45 vteřin.

Posledního nadšence, kterého zmíním je profesor Joseph Montgomery (1858-1911) z Kalifornie. Tento americký letec přišel s jednou zásadní ideou, jako první použil u svého letounu křidélek pro udržení rovnováhy, takže samotné naklánění pilota už nebylo nutné a létání se stalo opět o něco zábavnější a pohodlnější. Tehdejší piloty spíše můžeme považovat za kaskadéry, protože ani konstruktér si nebyl jistý, zda jeho letoun opravdu bude schopen letu, či nikoli.

2. Moderní dějiny bezmotorového létání

Tak, jako každý spor s sebou v dějinách lidstva nesl něco špatného i prospěšného, tak i První světová válka měla nejen jeden vliv v oblasti letectví. Krom toho, že vývoj bojových motorových letadel zaznamenával neskutečný pokrok směrem vpřed, bezmotorové létání pomalu upadalo. Není se čemu divit, člověk již byl schopen létat a pozornost lidstva se soustředila na to, jak na obrovskou vzdálenost převést co nejvíce nákladu v co nejkratším čase, to byl hlavní úděl poválečných motorových letadel. Porážka Německa však vedla k sepsání smlouvy označované jako Versailleská mírová smlouva. Tento dokument, sepsaný v roce 1919 vedle územních úprav zakazoval Německu jak výrobu motorových letadel, tak i výcvik nových pilotů. Toto přísné ustanovení mělo za následek, že právě v Německu se oživila vzpomínka na předválečné pokusy o plachtění a právě Německo bylo tou zemí, kde se zaznamenal největší rozmach v oblasti bezmotorového létání.

Doba to však byla složitá, konstrukce ještě nebyly tak vyspělé a odolné, aby kluzáky spolehlivě unesli dva piloty, proto výcvik z dnešního hlediska probíhal dosti netradičně, skoro se dá říci, metodou pokus-omyl. Piloti se učili létat sami na provizorních, avšak funkčních letounech, nejčastěji pár metrů nad svahem. Svahové létání, kde se využívalo převážně proudění větru se občas změnilo v malé drama, které mělo za následek náhlé vystoupení kluzáku i několik desítek metrů nad povrch země (tehdy ještě ne moc dobře opodstatněný jev). Postupem doby se pozornost upínala na výzkum stoupacích neboli termických proudů, které umožnily provozovat bezmotorové létání prakticky kdekoli. Technika vzletů se také zlepšila a zefektivnila. Výstavba nových letišť umožnila první pokusy o tzv. aerovleky, což je v praxi vytáhnutí větroně do vzduchu pomocí motorového letadla. Tento způsob byl a je jedinečný tím, že motorové letadlo je schopno „vytáhnout“ kluzák do prakticky jakékoli výšky a tím dát pilotovi dostatek času pro následné nalezení konvektivních proudů. První start větroně za motorovým letadlem byl uskutečněn v Německu roku 1927. Prakticky ve stejném roce byl objeven i způsob vzletu pomocí navijáku, který je i dnes často volen pro svou finanční nenáročnost, avšak větroň už není schopen vystoupat tak rychle do potřebné výšky a pro termické létání nebyl tento způsob nejšťastnějším řešením.

Plachtaření se stávalo čím dál více oblíbenějším sportovním odvětvím a zájem o tento druh „sportu“ stále rostl. Vůbec první mezinárodní mistrovství se odehrálo v roce 1937 u německého městečka Wasserkuppe. V roce 1940 se dokonce uvažovalo o zařazení tohoto odvětví sportu do olympijských her, to se ale bohužel nestalo. Od roku 1948 se začaly

pravidelně pořádat mistrovství světa a lidé z branže měli o důvod víc slavit - plachtění se stalo světově uznávaným sportem.

U nás, v bývalém a Němci okupovaném Československu, byla situace trochu komplikovaná. Dlouhých šest let naši letci čekali na svobodu, která jim umožnila dostat se znovu do vzduchu, avšak ani po těchto dlouhých letech nebylo zcela vyhráno. Všechna letadla, která se nacházela na našem území před válečným konfliktem byla okupující německou armádou buď zničena, nebo si je Němci přivlastnili. Na druhou stranu bylo Československo strategicky výhodným místem a armáda si zde vybudovala řadu svých výcvikových center, která byla vybavena v té době nejmodernějšími bezmotorovými letadly. Tento fakt měl o to větší hodnotu, když v roce 1945 po ústupu armády zde Němci nechali valnou většinu své techniky, která dobře posloužila jako náhrada za naše zničené předválečné kluzáky. Díky mnoha nadšencům do tehdejšího letectví se našlo nespočet obětavých letců a leteckých pracovníků, kteří usilovně pracovali na vytvoření nové poválečné organizace – národní aeroklub, která měla za úkol sestavit a zformulovat výcvikové řády, postarat se o přezkoušení a výcvik nových instruktorů létání. Tímto začala nová éra a rozvoj plachtařské činnosti na našem území.

V předválečném i poválečném Československu vznikala řada nových závodů soustředících se na výrobu jak motorových, tak bezmotorových letadel, které udávaly směr tehdejší letecké obci, mezi nejdůležitější podniky řadíme tyto:

- Moravskoslezská vozovka Studénka – letadla Tatra
- Hodek – Kříž Praha Holešovice
- Výzkumný a zkušební letecký ústav Praha – Letňany (výroba L-13 Blaník)
- Ústřední letecké dílny Medlánky – Aeron Brno
- LET, n. p. Uherské Hradiště – Kunovice
- Aerotechnik – podnik Ústředního výboru Svazarmu ČSSR

3. Sportovní bezmotorové létání – létání pro radost

Moderní větroně neboli kluzáky prodělaly za více než 100 let dlouhý a složitý vývoj. Od začátků s dřevěnou konstrukcí potahovanou plátnem až po dnešní moderní stroje, navržené pomocí počítačových animací a zkonstruovány z kompozitních materiálů. Bezmotorové létání má dnes řadu nadšenců a dle mého názoru, je to jeden z vrcholů sportovního létání. Pro většinu lidí je ale opak pravdou, létání bez motoru považují za něco „méně“ v oblasti letectví, ale zkušenosti a zážitky pilotů říkají něco jiného. Teprve v kluzáku máte možnost se seznámit s přírodními vlivy, na vlastní kůži pocítit, jak si s vámi příroda hraje a testuje vaše pilotní schopnosti. Řada pilotů, kteří létají na motorových strojích, či dokonce jsou držiteli licencí ATPL(A) se s láskou vrací k bezmotorovému létání, aby si užili onen skutečný pocit z letu.

Další všeobecným mýtem, dá-li se to tak nazvat, je spojení létání s nutností využívat vítr, jak ostatně napovídá i název letounu – větroň. Proudění mas vzduchu je důležité, ale v trochu jiném smyslu. Moderní létání na rozdíl od dob minulých, kde bylo využíváno především svahového proudění, je závislé na konvektivních prouděch, které hrají nejdůležitější roli ve světě plachtařiny. Tyto masy vzduchu mířící vzhůru se vyskytují po celý rok, ať už v horách, prouděním přes překážky, nebo ohřevem vzduchu a následnému vystoupaní ohřáté masy vzhůru. Druhá varianta, s výjimkou horských letišť, je v našich končinách nejvíce využívaným jevem, jak udržet kluzák ve vzduchu, nebo dokonce i stoupat. Proto nejsou výjimkou lety dlouhé až 8 hodin. Právě tato souhra s přírodou činí bezmotorové létání tak krásným sportem, protože je jen na vás, jak se dokážete přírodě přizpůsobit a dokonale využít jejího potenciálu. Nesmíme také zapomínat na bezpečnost, pečlivě řídit letoun a neustále monitorovat počasí kolem nás, protože tady nemáme motor, který by nás dokázal vytáhnout ze šlamastiky, tady jste jen vy, stroj a příroda.

Plachtění, okrem toho, že se jedná o rekreační záležitost, může řadu příznivců nalákat na překonávání nejen vlastních výkonů, ale také výkonů svých kolegů. Řeč je o velmi atraktivním létání v rámci sportovní disciplíny. Člověk, pokud chce, se může velmi jednoduše do této disciplíny zapojit a prakticky jakýkoli let může být monitorován a zapsán v celostátní plachtařské soutěži – CPS (<http://www.cpska.cz>). Cílem této soutěže je uletět co největší vzdálenost za co nejkratší čas. K tomu, abyste mohli svůj let monitorovat a následně zapsat, potřebujete mít na palubě přístroj, který zaznamenává průběh letu v 3D prostoru a následně vyhodnotí vlastní let dle mezinárodních pravidel, která stanovuje FAI.

Bezmotorové létání se v rámci statistik řadí k těm bezpečnějším sportům. Pro mnoho lidí, kteří jsou v letectví nováčky, by se mohl tento sport jevit jako adrenalinový, protože celý let závisí pouze na vašich schopnostech. Piloti kluzáků se k tomu staví zcela odlišně, je to pro ně koníček, který se ničemu nevyrovná. Valná většina nehod je způsobena tzv. nuceným přistáním do terénu, kdy pilot ztratí potřebný vztlak, nebo nedokáže najít stoupavé proudy. Při těchto nehodách dochází nejčastěji „pouze“ ke zraněním a málokdy to pilota stojí život. V průměru jsou smrtelné nehody registrovány jednou za 2 roky, nutno však podotknout, že chyba je skoro vždy způsobena lidským činitelem, nikoli chybou letadla samotného. Bohužel celosvětový trend nehodovosti stoupá a je velmi těžké říci, čím je to způsobené. Na vině mohou být chyby v teoretickém výcviku, nedostatek potřebných znalostí, nebo ne zcela přesvědčivě zvládnuté praktické zkoušky. Někteří odborníci kladou vinu i moderním kluzákům, které jsou vybaveny nejmodernější technikou. Piloti zde mohou velmi rychle podlehnout přístrojům a soustřeďovat většinu pozornosti zkoumáním dat na displejích, místo toho, aby se dívali kolem sebe. Výjimkou bohužel nejsou ani srážky dvou kluzáků ve stoupavém proudu vzduchu, kde nastala chyba komunikace mezi piloty, nebo ztráta pozornosti a následná dezorientace. Můžeme jen doufat, že nehod v letectví bude obecně ubývat a naopak přitáhne více a více nových nadšenců, kteří si toto odvětví techniky zamilují.



Obr. 3.1: Ne příliš zdařilé nucené přistání kluzáku DG-500, Švýcarsko, 2009 [17]

Plachtění v České republice na tom není nijak zle, zhruba ze 60 aeroklubů po celé zemi se jich cca 50 věnuje i provozu kluzáků. Jednotlivé aerokluby jsou provozovány pod hlavičkou Aeroklubu České republiky, celosvětově je to pak mezinárodní letecká organizace FAI. V našich aeroklubech se plachtařině věnuje zhruba 3000 lidí, bohužel není to jeden z nejlevnějších koníčků. Ceny za hodinový pronájem se mohou pohybovat od 350 do 1000 korun, něco si samozřejmě vezme i samotný start kluzáku, řeč je především o aerovleku. Pokud je člověk členem aeroklubu, v některých případech se nevyhne nutnosti „odpracování“ několika hodin v prospěch klubu samotného a taky placení ročních poplatků (řádově několik tisíc korun) za členství. Ti movitější si mohou koupit kluzáky vlastní, ceny se pohybují podle stáří a použitého materiálu. Starý dřevěný větroň lze získat již od 2000 €, jiný nás může stát i víc, než ty nejluxusnější automobily.

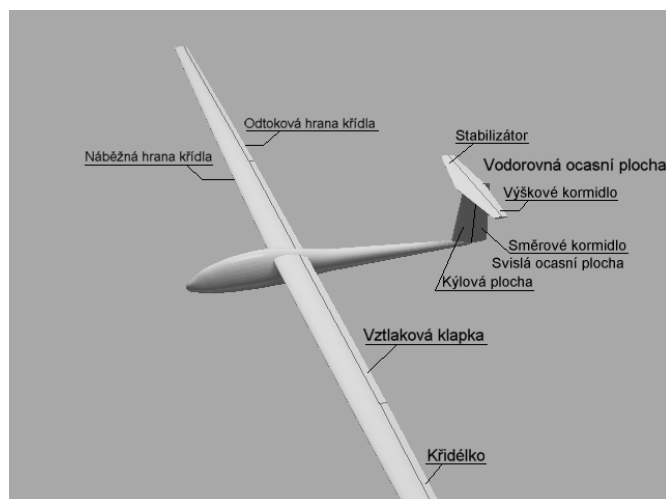
V neposlední řadě je plachtaření jedno z nejekologičtějších odvětví létání, pokud samozřejmě nebereme v úvahu motorizované kluzáky, které už nějaký ten oxid uhlíku vypustí. Dá se říci, že největším znečišťovatelem životního prostředí je samotná výroba a odpady z ní. Mimo jiné stejný problém je velmi diskutovanou záležitostí i u moderních elektromobilů, kdy výroba a následná likvidace starých energetických článků je velice náročná. Lidé žijící v blízkosti letišť také ocení hlukovou kulisu bezmotorového létání, proto lze říci, že proti tomuto odvětví letectví nenajdeme prakticky žádné radikální odpůrce.

4. Kluzáky a jejich základní prvky

Jak již bylo řečeno, kluzáky neboli větroně prodělaly velmi dlouhou cestu v oblasti vývoje. Objevením stoupavých proudů se začala pozornost soustředit na aerodynamické tvary letounů. Trupy dostaly uhlazenější tvary, zmizely vzpěry křídel a kabina pilota se čím dál častěji překrývala průhledným plastovým krytem. V dnešní době lze kluzáky považovat za aerodynamicky nejdokonalejší stroje, které nejlépe dokážou využít přírodní vlivy pro svůj prospěch.

Drtivá většina nově vyráběných kluzáků je celokompozitové konstrukce, nejčastěji jsou to laminátová, nebo uhlíková vlákna. V počátcích se využíval hlavně skelný laminát, který byl mnohem pevnější a lehčí, než dříve používané kovové, či dřevěné materiály. Kompozity umožnily dodržet velmi přísné požadavky na tvar a také umožnili konstruovat tenčí a lehčí profily křídel i trupu. To můžeme vidět u moderních strojů, kdy za křídly trup přechází do velmi tenké kuželové trubky nesoucí ocasní plochy uspořádané nejčastěji do tvaru písmene T. Tímto se značně zmenšil odpor a také se zamezilo poškození vodorovných ocasních ploch při tvrdším přistání, nebo při přistáním do vyššího porostu.

Dalším požadavkem na konstrukce kluzáku byla skladovatelnost. Skladovat letadlo s rozpětím okolo 18 metrů (nebo víc) není úplně tak snadné při omezených prostorech letištního hangáru. Trup nejčastěji bývá samostatná skořepina, křídla jsou konstruována jako jednonosníková - právě pro snadnější manipulaci při skládání. Oddělení křídel od trupu velmi usnadnilo tuto otázku a také umožnilo transporty kluzáků po vlastní ose, např. s použitím speciálně upraveného přívěsu. Obvyklým řešením je nosník procházející trupem letounu, zatímco křídla jsou ukončena v přechodu do trupové části. Toto bylo pro konstrukci nejen nejjednodušší, ale také efektivní pro přenos zatížení křídlo-trup.



Obr. 4.1: Základní anatomie kluzáku [8]

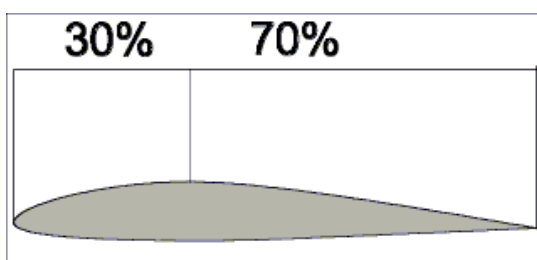
4.1. Klouzavost

Důležitým prvkem u kluzáků je jejich klouzavost. Jedná se buď o bezrozměrné číslo, nebo je vyjádřena pomocí poměru mezi výškou a uletěnou vzdáleností. Nejmodernější kluzáky dosahují klouzavosti pohybujících se okolo čísla 50 (vyjádřeno poměrem 1:50). V praxi to znamená, že na jeden kilometr výšky jsme schopni uletět vzdálenost 50 km. Pro lepší srovnání si uvedeme např. Boeing 767-200, který vykazuje klouzavost 1:12. Sami si můžete udělat obrázek o tom, jak aerodynamicky dokonalé stroje kluzáky jsou.

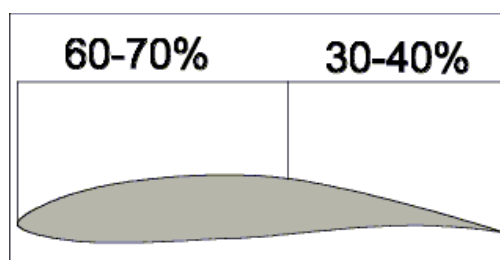
4.2. Profil křídla

Profil křídla, neboli jeho příčný řez, je hlavním klíčem k úspěšnosti daného typu kluzáku. Cílem všech konstruktérů od počátků 30. let bylo, aby vztlaková síla byla co největší, tzn. aby došlo k odpoutání proudění co nejpozději. Dnes se bez výjimky používají laminární profily křídel, které byly použity již na začátku 40. let u americké stíhačky P-51 Mustang (pro srovnání anglický Spitfire, osazený klasickým profilem, byl se stejně výkonným motorem o 60 km/h pomalejší).

U klasického profilu dochází k odpoutání proudícího vzduchu kolem křídla již zhruba ve 30% délky tělvy křídla. To znamená, že z laminárního proudění, produkujícího vztlakové síly se stane turbulentní, které je pro vztlak nežádoucí.



Obr. 4.2: Klasický profil křídla [8]



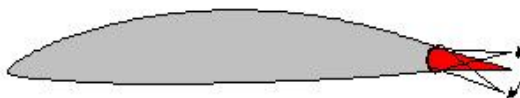
Obr. 4.3: Laminární profil křídla [8]

Naopak u laminárního profilu křídel nastává odpoutání laminárního proudění zhruba v 60-70% délky tělvy, což má za následek velké snížení odporu a větší vztlak. Oproti klasickému profilu je maximální tloušťka křídla posunuta dozadu.

4.3. Vztlková mechanizace

Vztlková mechanizace – klapky, jsou nedílnou součástí kluzáků, jejich funkce je však oproti klasickým letadlům dvojitá. Klapky můžeme ve většině případů vychýlit dolů ve dvou stupních. První stupeň, cca 15° , nám zvětší součinitel vztlaku a umožní například kroužení v termických proudech při relativně nízké rychlosti s malým poloměrem zatáčení. Další výhodou je snadnění proveditelné přistání při nízkých rychlostech. V těchto případech můžeme klapky vychýlit až do polohy 45 stupňů, což zároveň zvyšuje odpor a kluzák se přibrzdí.

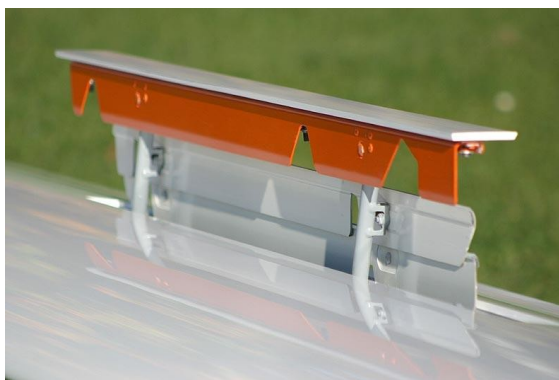
Naopak pro nutnost letu ve vysokých rychlostech je výhodné nastavit klapky v opačném směru, cca o 7 stupňů. Tím se optimalizuje tvar křídla a sníží se i jeho odpor.



Obr. 4.4: Vztlková mechanizace [8]

4.4. Brzdící klapky

Brzdící klapky jsou zařízení, které záměrně zhoršuje aerodynamické vlastnosti křidel. Začaly se používat, aby kluzáky mohly strměji sklesat při přistávacím manévru a nenastala tak nutnost využívat neúměrně velký prostor potřebný k přistání. Klapky se u novějších kluzáků vysouvají kolmo z křidel, buď jen z jedné části (vrchní), nebo z obou. Kolmé uspořádání představuje jakousi rovnováhu, mezi silou potřebnou k jejich vytažení, resp. zatažení při vyšších rychlostech a brzdné účinnosti.



Obr. 4.5: Brzdící klapky [13]

4.5. Winglety

Okolo roku 1980 se winglety začaly používat i na kluzácích. Je to ona „ploutvička“ na koncích křídel, dnes považovaná za volitelnou součást kluzáků. Jejich hlavní záměr byl snížit hodnotu *indukovaného odporu**. Winglety byli na kluzácích bohužel přínosné pouze v malých rychlostech při vysokém součiniteli vztlaku, tj. zejména při stoupání v konvektivních proudech. Při vyšších rychlostech způsobovaly vznik nežádoucího odporu, takže bylo nutné určit, pro jaké typy se winglety vyplatí a pro které ne.

**Indukovaný odpor vzniká u každého letadla, je způsoben vířením vzduchu na koncích křídel. Během letu vzniká na horní straně křídla podtlak a na spodní přetlak, proto letadla létají. Na koncích křídel dochází ke styku těchto dvou složek a následnému víření – vzniku indukovaného odporu.*



Obr. 4.6: Winglety u kluzáku DG-1000 [18]

4.6. Turbulátory

Turbulátory nejsou často používané, avšak jejich úloha není k zahoezení. Umožňují uměle vyvolat změnu proudění z laminárního na turbulentní. Možná to je trochu paradoxní, když laminární proudění vyvolává potřebný vztlak a chceme ho mít na co největší ploše křídla, opak je ale pravdou. Před odtrhnutím laminárního proudění vzniká tzv. „vracák“, neboli odborně separační bublina – proudění se stává velmi nestabilní a vznikají malé proudy v opačném směru, které zapříčiní vznik odporu. Proto je dobré před místem samovolného odtržení tomu pomoci. V praxi se používá buď silná páska nalepená těsně před místem odpoutání proudnic, nebo malé otvůrky, kterými teče vzduch a záměrně narušuje průběh obtoku profilu křídla.

5. Základní rozdělení současných kluzáků

Pro dnešní výcviky nových pilotů se používají výhradně dvojsedadlové kluzáky, které jsou stabilní a snadno řiditelné. I tady je již mnoho zástupců z laminátu, výjimku tvoří náš domácí Blaník, který i přes svou duralovou konstrukci je stále velmi žádaný.

Pro klubové létání jsou většinou určeny jednosedadlové stroje, nejčastěji klasické konstrukce. Můžeme najít jak kovové, tak i dřevěné zástupce. Tyto kluzáky se nevyznačují extrémní výkonností, ale pro aeroklubové létání jsou ideální. Kompozitní materiály nejsou zase tak časté pro svou vyšší pořizovací cenu.

Dalšími zástupci jsou jak jednosedadlové, tak nově i dvousedadlové výkonové kluzáky určené převážně pro závodění. Jejich konstrukce je bez výjimek z kompozitních materiálů, jak laminátu, tak uhlíku. V této kategorii se na ničem nešetří a cílem je dosažení nejlepších výkonů v dané kategorii.

- **Standardní třída:** Rozpětí kluzáků je stanoveno maximálně na 15 metrů. Klapky a jiná zařízení pro lepší vztlak jsou zakázána. Maximální klouzavost se pohybuje okolo 41-43.



Obr. 5.1: Rolladen-Schneider LS-8 [8]

- **Třída 15m:** Tato třída má jediné omezení – rozpětí maximálně 15 metrů. Oproti standardní třídě se liší v možnosti použít vztakové klapky a jejich klouzavost se pohybuje okolo 45.



Obr. 5.2: Schleicher ASW-27 [8]

- **Volná třída:** Limitní hodnotou této kategorie je hmotnost, ta je stanovena na 750 kg. Není divu, že v této kategorii najdeme velikány s rozpětím okolo 24-25 metrů s klouzavostí pohybující se okolo 60. Volná třída není moc hojně zastoupena hlavně díky vysoké pořizovací ceně těchto speciálů.



Obr. 5.3: Schempp-Hirth Nimbus 4 [14]

- **Třída 18m:** Limitní rozpětí této třídy je logicky 18 metrů. Speciály výhradně pro tuto třídu moc nenajdeme, většinou se kluzáky stejného typu dělají ve dvou variantách – 15m nebo 18m. Výhodou této kategorie je vyšší klouzavost, než u zmíněné 15ti metrové třídy.



Obr. 5.4: DG-800 [8]

- **Klubová třída:** Klubová třída vznikla za účelem, aby i méně movití letci mohli létat na výkonných strojích staršího data výroby. Jedná se většinou o kluzáky standardní třídy, které již dosloužily v oblasti soutěží, ale protože jejich životnost je mnohem větší (u laminátových konstrukcí několik desítek let), putují právě tyto stroje do rukou aeroklubů, nebo soukromníků. O tom, které letouny spadají do této třídy rozhoduje plachtařská komise pověřená federací FAI.

- **Světová třída:** Tato třída se v praxi moc neujala. Vznikla za účelem konání soutěží s jednotným, poměrně levným kluzákem. Tento požadavek měl eliminovat výkonnostní rozdíly, které nastávaly i v rámci jednotlivých kategorií. V takovém případě jsou výkony jednotlivých exemplářů značně odlišné a není to ta pravá fair-play. Bohužel zvolený typ kluzáku PW-5, který do této kategorie spadal se vyznačoval vysokou pořizovací cenou a ne nijak oslnivým výkonem, proto účast ve světové třídě byla vždy minimální, ne-li žádná.



Obr. 5.5: Kluzák PW-5 [19]

Za éry dřevěných a kovových kluzáků existovala řada firem a malých soukromých podniků, které se zabývaly stavbou a vývojem větroňů. Na soutěžích člověk mohl vidět často exemplární kousky, kterých se vyrobilo na celém světě jen pár. S příchodem kompozitních materiálů to bylo velmi známé Německo, které se chopilo prvenství ve vývoji a výrobě bezmotorových letadel. Konkurenci německých firem bychom hledali jen těžko. Pro upřesnění si uvedeme 3 nejdůležitější výrobce, jejichž stroje létají po celém světě a vyznačují se perfektními výkony.

- Schempp-Hirth
- Schleicher
- Rolladen-Schneider

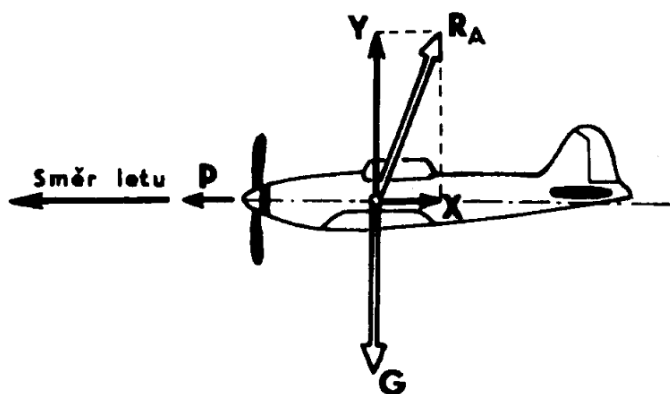
V roce 2000 na plachtařských závodech ve Francii bylo dokonce celé startovní pole zastoupeno pouze kluzáky z těchto tří nejvýznamnějších německých firem.

6. Technika letu s kluzákem

Abychom vůbec pochopili princip, jakým se letadlo dostane do vzduchu a udrží se v něm, podíváme se na základy aerodynamiky a také na různé možnosti startů ze země. Aerodynamika je jedna s nejdůležitějších odvětví vědy, které by měl pilot ovládat. Ve vzduchu je odkázaný pouze sám na sebe a na přírodní síly, záleží jen na jeho schopnostech, jak se s touto výzvou popere.

6.1. Působení aerodynamických sil

Vezměme si v potaz klasické motorové letadlo, které letí v mase vzduchu. Letadlo samo o sobě něco váží, proto na něj působí tíhová síla G . Vztlak Y , který vzniká při obtékání křídla, překonává tíhu G a umožňuje let stroje těžšího, než vzduch. Odporová složka X , která vzniká při obtékání čehokoli, je u motorového letadla překonávána tahem vrtule P . U kluzáků je nutné tento odpor překonat tíhovou silou složenou se složkou nakloněné dráhy letu. Z této složité věty vyplívá, aby kluzák mohl letět ustálenou rychlostí, musí neustále klesat, neuvažujeme-li však přítomnost konvektivních proudů.



Obr. 6.1: Rozklad sil u motorového letadla [4]

$P...$ tah vrtule
 $Y...$ vztlak
 $G...$ tíhová síla
 $X...$ odpor
 $R_A...$ výsledná aerodynamická síla

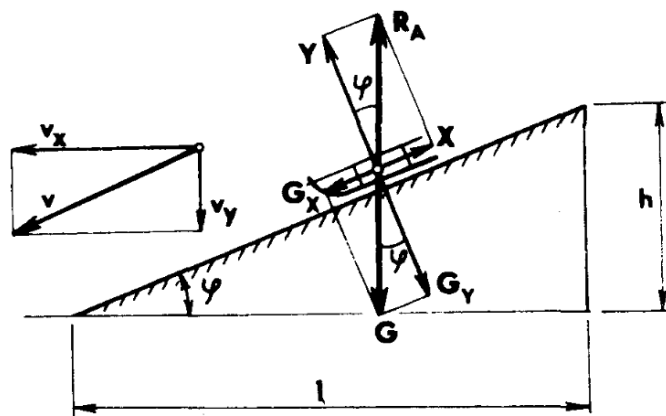
Aby kluzák mohl letět ustálenou rychlostí musí pilot docílit rovnováhy mezi jednotlivými složkami sil, přičemž porušení jedné z rovností má za následek porušení všech ostatních vztahů.

$$G = R_A$$

$$G_X = X$$

$$G_Y = Y$$

Rovnováha sil v ustáleném klouzavém letu



Obr. 6.2: Rozklad sil u klouzavého letu kluzáku [4]

- $v...$ vektor rychlosti letu
- $v_x...$ dopředná rychlost
- $v_y...$ rychlost klesání
- $\varphi...$ úhel klouzání
- $l...$ uletěná vzdálenost
- $h...$ výška
- $Y...$ vztlak
- $X...$ odpor
- $G...$ tíhová síla
- $G_X...$ tíhová složka ve směru letu
- $G_Y...$ tíhová složka kolmá na let
- $R_A...$ výsledná aerodynamická síla

Let kluzáku ve své podstatě připomíná pohyb na nakloněné rovině. Z výšky h doletí do vzdálenosti l , pod úhlem φ . Poměr mezi vzdáleností l a výškou h se nazývá klouzavost. Klouzavost je jedna z nejdůležitějších výkonových charakteristik kluzáku, udává nám, jak daleko jsme schopni doletět z určité výšky. Klouzavost se v literatuře označuje ε .

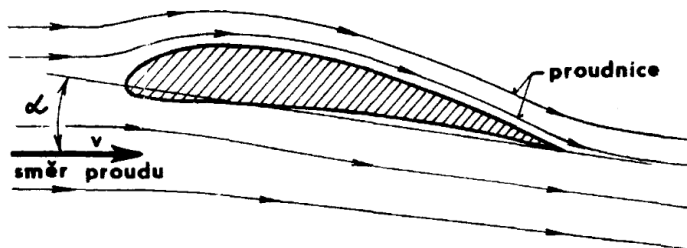
$$\varepsilon = \frac{l}{h} = \tan \varphi = \frac{Y}{X}$$

Vztah pro výpočet klouzavosti

6.2. Vztlak

Nyní se podíváme na vznik samotného vztlaku. Křídlo u letounu je vystaveno proudícímu vzduchu, který jej obtéká. Profil křídla záměrně ovlivňuje proudění tak, že dráha, kterou musí proudnice urazit na horní straně křídla je delší, než dráha na straně spodní. Proto je zásadně ovlivněna rychlost obtoku samotného profilu – nahoře rychleji, vespod pomaleji. Rozdíl rychlostí obtoků zapříčiní vzniku přetlaku (spodní část) a podtlaku (vrchní část).

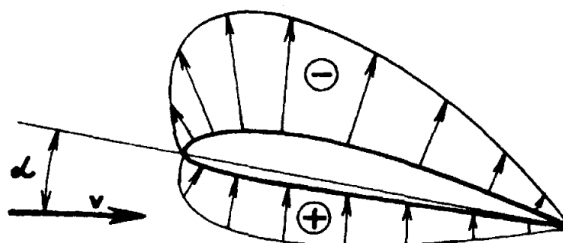
Tímto vzniká potřebný vztlak, který při správném zvolení profilu křídla dokáže vyvinout sílu i několika desítek tun (dopravní letadla).



Obr. 6.3: Obtékání profilu proudem vzduchu [4]

α ... úhel náběhu
 v ... rychlost proudu vzduchu

Zhruba můžeme říci že na celkovém vztlaku profilu křídla se podílí ze 2/3 podtlak a pouze z 1/3 přetlak na spodní straně.



Obr. 6.4: Rozložení tlaků na profilu křídla [4]

α ... úhel náběhu
 v ... rychlost proudu vzduchu

6.3. Vztlaková čára, aerodynamická polára

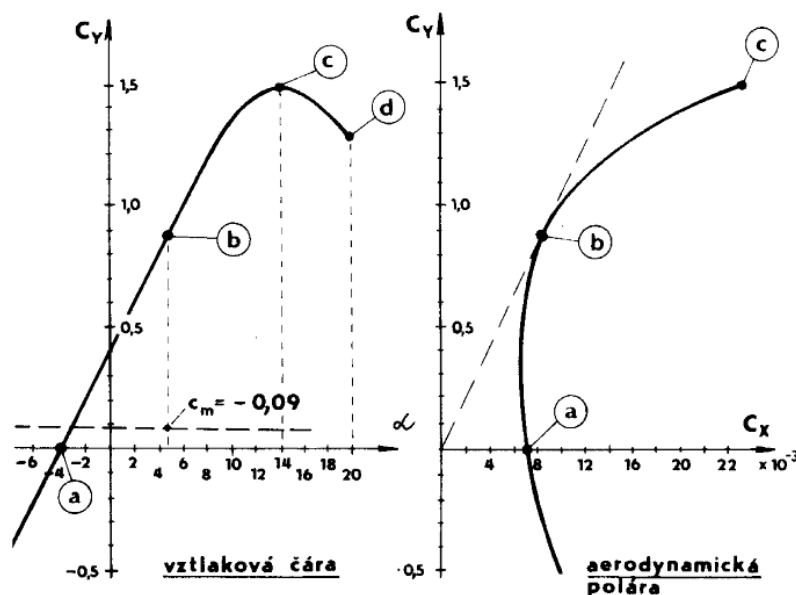
Vztlaková síla je závislá na úhlu náběhu. Čím je úhel větší, tím roste i vztlak. Tato závislost ale platí pouze do určitého mezního bodu, při kterém dochází k přetažení letadla a následnému pádu. Závislost úhlu náběhu na vztlaku udává vztlaková čára. Při výpočtech se většinou udává tzv. součinitel vztlaku c_y , nebo odporu c_x . Ten bere v úvahu dynamický tlak vzduchu q a půdorysnou plochu křídla S .

Pro vztlakovou sílu platí:
$$Y = c_y \cdot q \cdot S$$

Pro odporovou sílu platí:
$$X = c_x \cdot q \cdot S$$

Pro dynamický tlak platí:
$$q = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

Jak bylo řečeno, vztlak je závislý na úhlu náběhu profilu křídla. Čím vyšší je vztlak, tím se ale také zvyšuje odpor. Závislost součinitele vztlaku na součiniteli odporu se nazývá aerodynamická polára a je to jedna ze základních charakteristik profilu křídla.



Obr. 6.5: Vztlaková čára a aerodynamická polára profilu NACA 4412 [4]

$c_y \dots$ součinitel vztlaku
 $c_x \dots$ součinitel odporu
 $c_m \dots$ součinitel klopného momentu

Bod (A) v grafu určuje nastavení úhlu náběhu profilu křídla pro nulový vztlak.

V bodě (B) je úhel náběhu takový, že poměr mezi součiniteli vztlaku a odporu je největší – oblast nejlepších vlastností profilu.

Bod (C) určuje mezní, neboli kritický úhel náběhu, při kterém nastává odtrhávání proudnic vzduchu. Odpor v tomto bodě oproti bodu (B) stoupl dvojnásobně a letadlo zde letí na minimální možné rychlosti (pádová rychlost).

Při dalším zvětšování úhlu náběhu vztlak prudce klesá, naopak odpor nebezpečně narůstá. Tuto hodnotu představuje bod (D), který je ekvivalentní pro pád letadla.

Tyto charakteristiky se určují pro každý profil a určují jeho aerodynamické vlastnosti. Závislosti se získávají v aerodynamických tunelech, kde je profil ofukován proudem vzduchu pod různými úhly náběhu, přičemž se měří síly, které na něj působí.

Součinitel klopného momentu c_m má pro většinu profilů přibližně konstantní hodnotu v běžně používaných úhlech náběhu.

6.4. Starty kluzáků

Kluzáky, vyjímaje motorových, nemají vlastní pohon a tudíž jsou neschopny samy získat potřebnou energii ke vzletnutí. Pro tyto účely se používají různé vnější zdroje, které dokážou dodat takovou energii, která bude dostatečná pro klouzavý let. Tato energie musí být logicky větší, než je kinetická energie kluzáku při minimální (pádové) rychlosti.

Dalším problémem je riziko poškození vlastního stroje. V malých rychlostech jsou aerodynamické síly způsobené výchylkami křidélek, výškovek či směrovky tak malé, že nemají prakticky žádný vliv na říditelnost. Proto je nutné před nabráním patřičné rychlosti kluzáku pomoci. Většinou je jeden dobrovolník, který drží stroj za konec křídla a udržuje ho tak v rovině. Při rozjezdu se snaží udržet rychlostní tempo s tažným zařízením a dělá podporu do té doby, než je kluzák schopen reagovat na výchylky řídicích kormidel sám. Aby se činnost dobrovolníka minimalizovala, měl by vnější zdroj energie dodat kluzáku co největší zrychlení. Musí být však v určitých mezích, aby nedošlo k velkému namáhání konstrukce.

- **Start s gumovým lanem:** Starty s gumovým lanem se řadí k nejstarší metodě, jak udělit kluzáku energii. Tato metoda je i nejméně nákladná. Je zapotřebí pouze pár lidí, kteří udrží lano dostatečně napnuté až do chvíle, než se letoun uvolní. Tato metoda umožňuje nabrat výšku pouze několika málo metrů a lze ji doporučit spíše na svahové létání, nejlépe na návětrné strany kopců.



Obr. 6.6: Start pomocí lana [20]

- **Navijákový start:** Dnes jeden z nejrozšířenějších metodik startů používané pro výcvik pilotů. Princip je jednoduchý, na jedné straně letiště se umístí vysokorychlostní naviják, poháněný spalovacím motorem, na straně druhé je kluzák. Naviják nám dokáže vynést letoun do výšky zhruba 1/3 délky lana. To znamená, že při délce lana zhruba 900 metrů jsme schopni při startu dosáhnout

výšky až 300 metrů nad povrchem letiště, což pro výcvik nováčků bohatě stačí. Naopak pro výkonové létání je tento způsob nevyhovující.

- **Start za automobilem:** Jde o velice podobný princip, jako u navijákového startu. Místo navijáku nám dodává energii automobil. Tento druh startů je velice náročný na délku vzletové plochy a také na její povrch. Lze to realizovat i přes kladku, kdy automobil jede v protisměru vzletu kluzáku po okraji dráhy. Tento způsob je výhodnější pro získání větší počáteční výšky.
- **Aerovlek:** Nejefektivnější, avšak nejvíce ekonomicky náročný způsob. Dříve se aerovleky používaly i pro transport kluzáků, protože tehdejší konstrukce neumožňovaly opětovné rozložení a složení komponentů. Dnes je tento způsob nejběžnější pro výkonové plachtění a plachtařské závody, kdy je potřeba dostat do vzduchu celé startovní pole za co nejkratší čas.



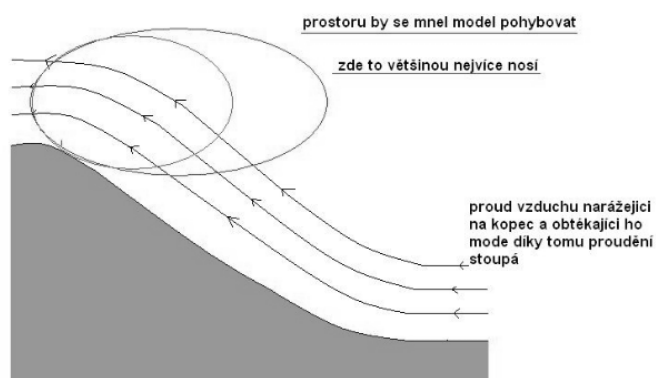
Obr. 6.7: Aerovlek za Zlínem Z-42 [10]

6.5. Princip získání výšky

Když už dostaneme kluzák do vzduchu, je zde otázka, jak ho tam udržet. Mállokterý laik by se nepodíval nad faktem, že s kluzákem lze uletět stovky kilometrů bez jediného přistání. Ano, jde to, musíme jen chytře využít toho, co nám příroda nachystala.

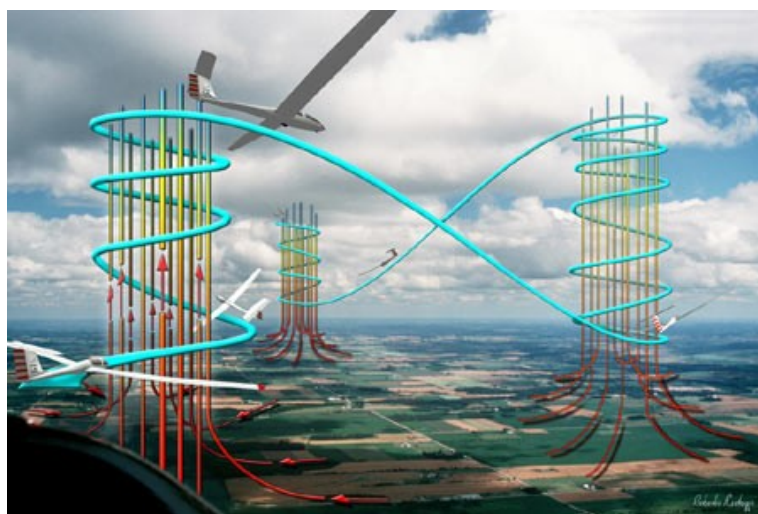
Vůbec nejstarší metodou je létání na svazích. Využíváme proud vzduchu, který kopíruje povrch svahu a tím proudí vzhůru. Logicky tedy vyhledáváme návětrné strany a využíváme účinků protivětru. V dnešní době takového proudění využívají rogala, nebo

klouzavé padáky. V roce 1974 Americký pilot kluzáku Streidieck ulétl neuvěřitelných 1600 km podél svahů Apalačských hor s využitím svahového proudění.



Obr. 6.8: Svahové proudění [21]

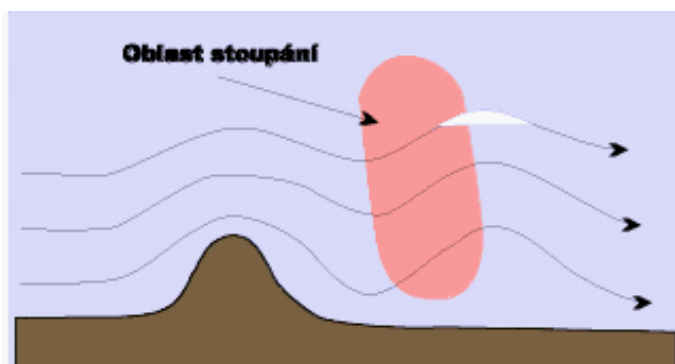
Dalším způsobem je využití termických proudů, které vznikají při slunečném počasí. Nesmíme zapomínat na fakt, že povrch země se ohřívá nerovnoměrně, tzn. že vodní plocha se ohřeje za mnohem delší dobu, než asfaltový povrch. Čím více se vzduch ohřívá, tím menší je jeho hustota a hmota má tendenci stoupat. Na ohřátém povrchu se masy teplého vzduchu kumulují až do doby, kdy mají dostatek energie k odpoutání. V určité výšce, vlivem klesající teploty vzduchu, z kondenzují vodní páry a vzniknou oblaka. Pro termické proudy jsou to typické kumuly (z latinského cumulus). V naší republice se pohybuje rychlost stoupavých proudů zhruba od 4 do 5 m/s, přičemž výška základen mraků je okolo 1000-2500 metrů. Termické proudy nevznikají výhradně za teplého počasí, důležitý je hlavně rozdíl teplot, který umožní vzestup mas vzduchu. Proto se můžeme setkat s kluzáky i za chladného podzimního počasí, nebo naopak při začínajícím jaru.



Obr. 6.9: Technika letu v termických proudech [22]

Jako poslední si uvedeme možnost využít větrného počasí v kombinaci se závětrnou stranou kopce. Pokud je vítr dostatečně silného charakteru a proudí přes vysoký hřeben, na jeho závětrné straně se proudnice rozkmitají podobně jako voda v rybníku, pokud do ní hodíte kámen. Tímto efektem vzniknou pásma rovnoběžná s hřebenem, kde vzduch stoupá dostatečně rychle a vysoko, abychom byli schopni jej využít. Tato pásma stoupání bývají až desetinásobně vyšší, než okolní krajina, což je pro plachtaření přímo ideální. Dalším typickým znakem pro toto proudění je vznik „čočkovitých“ mraků, které vznikají za hřebeny ve směru proudění vzduchu. Princip vzniku je stejný jako u ostatních oblaků, kondenzací vodních par obsažených ve vzduchu při dosažení kondenzační teploty – teploty *rosného bodu**. Vznik tohoto proudění je typický pro horské oblasti a zimní období. Výjimkou nejsou ani dosažené výšky přes 14 km a lety dlouhé okolo 2300 km, mluvíme však už o extrémech.

**Rosný bod je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami. Pokud teplota klesne pod tento bod, nastává kondenzace. Teplota rosného bodu je různá pro různé absolutní vlhkosti vzduchu: čím více je vodní páry ve vzduchu, tím vyšší je teplota rosného bodu, čili tím vyšší teplotu musí vzduch mít, aby pára nezkondenzovala. Naopak pokud je ve vzduchu vodní páry jen velmi málo, může být vzduch chladnější, aniž pára zkonduzuje. [38]*



Obr. 6.10: Schéma vlnového proudění [8]



Obr. 6.11: Čočkovitý oblak [23]

7. Výcvik pilotů kluzáků

Výcvik pilotů, kteří mají zájem o bezmotorové létání se provádí podle zažitých postupů a osnov, které jsou prověřeny a neustále prověřovány řadu let. Tyto osnovy můžou zájemci shlédnout na stránkách Aeroklubu České republiky (www.aecr.cz), kde mimo jiné najdou i spoustu užitečných informací. Tyto směrnice kromě organizačních a metodických pokynů osvětlují otázky, jaké podmínky musí žáci splnit, aby mohli do výcviku nastoupit a také úspěšně složit závěrečné zkoušky.

Zájemce o pilotní průkaz si může vybrat ze dvou typů výcviků, neboli jinak, ze dvou typů osnov. Prvním typem je tzv. univerzální osnova, druhým pak osnova aerovleková. Dá se říci že obě osnovy jsou prakticky stejné co se obsahu týče, cenově však velmi odlišné. Zatímco u univerzální osnovy je většina startů prováděna pomocí navijáku, u aerovlekového výcviku provádíte veškeré starty za motorovým letadlem. Aerovlek je sice finančně náročnější, ale výcvik bývá zpravidla méně časově náročný, tím je myšlena celková doba výcviku od první lekce až po závěrečné zkoušky.

Obecně se dá říci, že v prvních třech cvičeních se seznámíte s obsluhou kluzáku, provede první let a naučíte se jeho základy – zjištění účinků kormidel, nácvik klouzavého letu, udržení správné rychlosti a provedení zatačky. V této části také nechybí, jak správně provést a vybrat pády, skluzy, spirály a nácvik letu v mezních rychlostech daného kluzáku.

Ve čtvrtém cvičení se žáci učí to nejdůležitější – starty a přistání. Tato část výcviku bývá zpravidla nejdelší. Podle ustanovení zákonem však může být během jednoho výcvikového dne provedeno maximálně 10 startů a přistání, víc není přípustné a rozhodně by se to nemělo porušovat.

Dále následují nácviky oprav vadných přistání, přistání do omezeného prostoru a zvládnutí mimořádných událostí při startech. Po absolvování těchto všech cvičení vás bude čekat přezkoušení a první sólo let. Důležitou součástí výcviku je i nácvik navigačního letu s mapou. Pokud pilot létá v jiných oblastech, než kde to důvěrně zná, může být i malá ztráta soustředěnosti fatální pro určení polohy. Bezmotorové létání je létání tzv. za vidu, zjednodušeně to znamená, že nesmíte létat v oblačnosti a veškerá navigace spočívá ve vaší orientaci v okolí a mapě.

Poslední částí výcviku je teorie. Teorie se zaměřuje na více okruhů a jejím účelem je naučit piloty všeobecným znalostem, nejen co se samotného létání týče. Hlavní okruhy teoretické zkoušky jsou zaměřeny na meteorologii, stavbu letadel, aerodynamiku a předpisy.

Důležitým bodem je letecká frazeologie, ale tu pilot trénuje již v počátcích, kdy začíná létat. Po úspěšném složení teoretických zkoušek už zbývá cestu zakončit pouze praktickou zkouškou dovedností s instruktorem. Po tom všem se stáváte pilotem kluzáku a držitelem příslušné licence. Automaticky také máte přístup do tzv. pokračovacího výcviku, kde se dále zdokonalujete ve svých schopnostech, naučíte se techniku létání v termikách a jak správně využít přírodních sil pro svůj prospěch.

Na ukázkou uvádím osnovu univerzálního výcviku, aerovlekový výcvik se provádí velmi obdobně, kromě toho že všechny starty se provádí za letadlem, jsou zde i malé odlišnosti, které uvedu zvýrazněně.

Osnova univerzálního (aerovlekového) výcviku		
Číslo cvič.	Obsah	Starty
1 a – i	Pozemní přípravy před zahájením výcviku	
1	Seznamovací let	1 A
2	Cvičný let k předvedení účinků kormidel, nácviku přímého klouzavého letu a zatáček	1 A
3	Cvičné lety k nácviku a vybírání pádů, skluzů, spirál a letů o mezních rychlostech podle letové příručky	2 A
4 a	Pozemní příprava	
4	Cvičné lety k nácviku startu za navijákem, letu po okruhu a přistání Cvičné lety k nácviku startu, lety po okruhu a přistání	10 N 10 A
5 a	Pozemní příprava	
5	Cvičné lety k nácviku oprav vadných přistání	4 N
6 a – d	Pozemní příprava	
6	Cvičné lety k nácviku řešení mimořádných případů při startu navijákem a přistání do omezeného prostoru Cvičné lety k nácviku přistání do omezeného prostoru, řešení mimořádných případů	11 N 3 A
7 a	Pozemní příprava	
7	Cvičné lety k nácviku řízení aerovleku, sestupů v aerovleku, uvádění a vybírání pádů, spirál a vývrtek, nácvik zatáček do stanovených směrů	3A
8 a	Pozemní příprava	
8 P	Přezkoušení před samostatnými lety	1 N 1 A
9	Samostatný let do prostoru a let po okruhu Samostatný let do prostoru	1 N 1 A 1 A
10	Samostatné a kontrolní lety po okruhu a do prostoru	11 N 3 A
11 a	Pozemní příprava	
11	Přistání do omezeného prostoru	6 A/N
11 NAV	Cvičný traťový navigační let	1 A/N

Tab. 7.1: Osnovy univerzálního (aerovlekového) výcviku (A-aerovlek, N-naviják) [5]

Co se týče ceny, je to relativní pojem. Záleží na mnoha faktorech a také na vaší šikovnosti. Někdo potřebuje nalétat 60 okruhů, aby si dostatečně procvičil techniku startu a přistání, někomu postačí okruhů 15. Délka výcviku je individuální, vše se odvíjí od vašich schopností a prioritou je naučit piloty dokonale zvládnout techniku letu, ne jí jen ledabyly projít. Obecně ale můžeme říci, že cena univerzálního výcviku se pohybuje od 30 – 35 tisíc korun. U aerovlekového výcviku to bude částka okolo 40 tisíc korun. Záleží na počtu startů a minut strávených ve vzduchu. Každý aeroklub má jiné cenové relace a tak se může stát, že rozdíly v cenách můžou být řádově větší, než 10 000 Kč.

Navijákový start se pohybuje v cenové relaci ± 60 Kč, stejně jako minutové náklady na aerovlek. Hodina strávená v kluzáku pak vychází v průměru ± 400 Kč, někde se ale můžeme setkat i s cenou přes 1000 Kč. Opět je to závislé na druhu kluzáku a přístupu samotného aeroklubu.

8. Zákaz Blaníků na světové scéně

Hlavním důvodem napsání této práce byla nehoda našeho kluzáku L-13 Blaník. EASA rozhodla o zastavení činnosti těchto letadel a vznikl zde problém pro mnoho českých i zahraničních aeroklubů – jak nahradit tyto stroje. L-13 Blaník je minimálně u nás jedním z nejvíce používaných kluzáků pro základní a pokračovací výcvik nových pilotů. Odebráním letové způsobilosti se zásadně ohrozila činnost výcviků v aeroklubech a bylo nutné najít co nejlepší náhradu. Pro lepší orientaci uvedu pár článků, které se touto problematikou zajímaly.

Vše odstartovala tragická událost z první poloviny června roku 2010. Dva piloti prováděli s Blaníkem několik akrobatických figur, načež se vraceli na letiště. Některé zdroje uvádějí, že se letoun dostal do klesavého proudu na závětrné straně hor - tzv. fénu. Jisté je pouze to, že ve výšce zhruba 500 m došlo k odlomení pravého křídla a následnému pádu. Dosavadní vyšetřování ukázalo, že oba muži byli v době pádu v bezvědomí, pravděpodobně důsledkem nárazu do hlavy při propadu letounu v době odlomení křídla. [39]

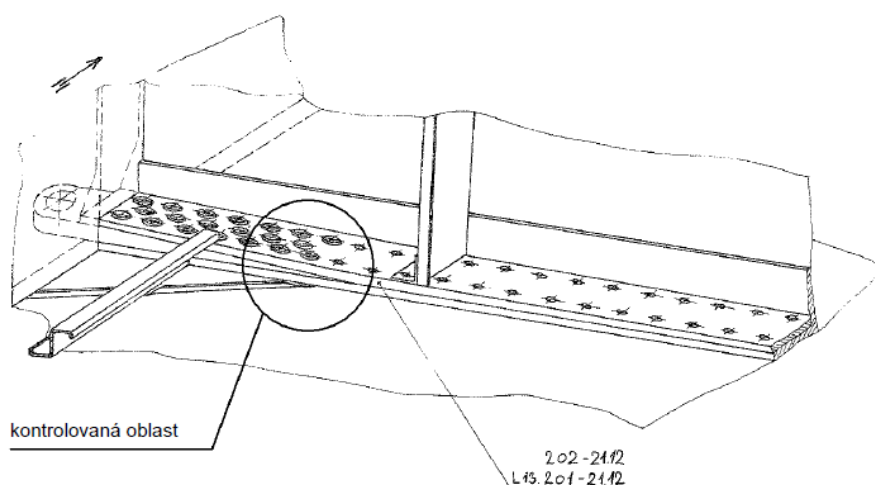
Na základě toho byla nařízena okamžitá kontrola kritických částí letounu, zvláště pak oblasti uchycení křídel a spoje s pásnicí na únavové vady materiálu. Tuto inspekci provádí technici vizuálně, lupou s šestinásobným zvětšením. Příslušné nařízení EASA okamžitě zakazuje provádění výkrutů, přemetů, souvratů, překrutů, zvrátů a letů na zádech. Letadla bez těchto kontrol nejsou způsobilá k letu a při zjištění jakýchkoliv trhlinek či jiných závad musí být letadlo odstaveno. Nařízení se vztahuje ke všem letounům L-13 a L-13A. [39]

ÚCL si dle vyjádření na svých internetových stránkách uvědomuje, že vydané nařízení, které zakazuje provoz Blaníků, poškozuje jednak provozovatele novějších kluzáků a dále také ty provozovatele, kteří "vedli přesné záznamy o provozu a dodržovali výrobcem předepsané spektrum letů". Na základě diskusí s výrobcem vydal úřad postup na udělení výjimky ze zákazu provozu a podmínky, které musí tento žadatel splňovat. Platnost výjimky jsou 2 měsíce. [40]

Po této dvouměsíční lhůtě vydal ÚCL další postup, jenž zajistil při splnění všech požadavků provozovat kluzáky L-13 a L-13A po dobu dalších pěti měsíců. V květnu roku 2011 byl vydán poslední závazný bulletin, který uděloval možnost znovuoobnovení letuschopnosti kluzákům L-13A a přestavěným L-13. Přestavěným Blaníkem L-13 je myšlen takový kluzák, kterému byla v rámci prodloužení životnosti, nebo jiné opravy nahrazena křídla z modelové řady L-13A. Při těchto přestavbách však vznikl jeden zásadní problém, nebyla jistota, zda při výměně byl nahrazen i dolní závěs křídla v centroplánu trupu. Účelem

tohoto bulletinu tedy bylo, jak správně provést kontrolu všech potřebných částí kluzáku L-13 a 100% určit původ všech částí, u kterých to bylo potřeba. Po prokázání původu těchto částí mohli majitelé kluzáků požádat příslušný letecký úřad o udělení letové způsobilosti a spustit tak své stroje opět do provozu.

Vznikal zde i druhotný problém, to byla nedostatečná provozní dokumentace ze stran majitelů. Proto řada z nich nedokázala 100% dokázat nalétané hodiny jak v sólo obsazení, tak ve dvojím, nebo počty akrobatických letů. Bez těchto údajů nemohli získat ona potvrzení a následné udělení výjimek. Bohužel, tato varianta byla velmi častá a právě ledabylost majitelů, či aeroklubů zapříčinila vlastní vinou stop těmto u nás nejpoužívanějším strojům.



Obr. 8.1: Kontrola dolní pásnice nosníku křídla a spojení pásnice [24]

V poslední době vydala společnost Aircraft Industries prohlášení, že společně s Výzkumným a zkušebním leteckým ústavem v Praze vyvíjí systém kontrol kritických míst křídel metodou vířivých proudů. Souběžně s nimi se německá společnost Aircraft Design & Certification, které byly poskytnuty veškeré výkresové podklady, podílí na alternativním řešení k obnovení letové způsobilosti kluzáků L-13.

8.1. L-13 Blaník

Dvoumístný, celokovový samonosný hornoplošník s laminárním profilem určený k výcviku všech stupňů, od elementárního až po speciální výcvik k létání bez vidu, základů vyšší pilotáže a výkonné plachtění. [1]

Křídlo je opatřeno šterbinovými vztlakovými klapkami, které se při vysouvání zároveň sklápějí o 8 stupňů. Na koncích křídel jsou aerodynamická vřetena. Každé křídlo je na trup připevněno ve třech bodech, jedním hlavním svislým čepem (upevnění ve dvou bodech) a

jedním pomocným, vodorovným čepem. Trup oválného průřezu poloskořepinové konstrukce je rozdělen na dvě hlavní části. V robustní přední části z přepážek a podélníků lisovaných z duralových plechů je prostorná kabina pro dvoučlennou posádku se sedadly umístěnými za sebou. Kabina je překryta průhledným krytem, který se skládá z pevného předního štítu a zadního zákrytu. Zadní část trupu je sestavena ze dvou plechových duralových skořepin, vyztužených přepážkami snýtovaných v podélné ose. Na předposlední přepážce je upevněn nosník pevné kýlové plochy. [1]

Přistávací zařízení tvoří mechanicky zatažitelné kolo opatřené brzdou a tlumičem, které v zatažené poloze vyčnívá částečně z obrysu trupu, takže i přistání na břicho se obejde bez poškození větroně. [1]

Sériová výroba se rozběhla v roce 1959, roční produkce činila až 200 kusů za rok. V roce 1965 byla výroba dočasně zastavena, ale pro velký zájem ze zahraničí se v tom samém roce výroba rozběhla a bylo vyrobeno dalších 140 kusů, z toho 120 šlo na export. S nástupem Blaníků do našich aeroklubů se rapidně zvýšila kvalita výcviku na všech stupních a plnily se tabulky rekordů. V roce 1961 byla s Blaníkem dosažena absolutní výška přes 10,5 km, výjimkou také nejsou přelety And a jiných pohoří.

Pokroková konstrukce zapříčinila vzniku mnoha modifikací, jako například verze pro akrobacii (L-13AC), nebo motorizovaná verze L-13SW. V roce 1981 vznikla novější konstrukce, která používala zesílená křídla z motorizovaného modelu, tento typ byl certifikován jako L-13A.



Obr. 8.2: L-13 Blaník [25]

9. Rešerše, jako náhrada za Blaník

Událost s Blaníkem L-13 není pro naše aerokluby příliš příznivá a mnozí, pokud nemají kvalitní náhrady ve svých hangárech, museli dočasně pozastavit výcvikové kurzy pro nové piloty. Bohužel EASA zatím nedala zelenou k provozu a dle mého uvážení bude modifikace rizikových míst a následná údržba velmi nákladná. Pokud přihlédneme i ke stáří těchto strojů, nabízí se nám otázka, zda se to ještě vůbec vyplatí?

Jednou z možností je pronájem, nebo koupě nového kluzáku, který bude dostačující pro základní a pokračovací výcvik našich nových pilotů. Nejdůležitějším parametrem je, aby byl kluzák dvoumístný. Z mnoha adeptů, kteří se po celém světě vyrábějí, jsem vybral následujících jedenáct zástupců, které se pokusím trochu přiblížit. Výběr byl inspirován osobními názory pilotů, členů aeroklubů a jiných zasvěcených osob v letecké branži.

9.1. L-23 Super Blaník

Rok vzniku: 1988, Let Kunovice, Československo

Po ukončení výroby Blaníků L-13 a L-13A trvalo dlouhých 5 let, než byl zkonstruován a v roce 1988 zalétnut nový typ s označením L-23 Super Blaník.

Jde o dvoumístný, celokovový, samonosný hornoplošník určený k výcviku všech stupňů, od elementárního výcviku, pokračovacího až po sportovní výcvik včetně létání bez vidu. Nechybí ani využití pro vyšší pilotáže a výkonové plachtění. Je osazen všemi potřebnými přístroji pro kontrolu letu a na přání jej lze i dovybavit dalšími, specifickými typy přístrojů. Základní životnost kluzáku je 6000 letových hodin. [1]

Větroň má na rozdíl od původního typu L-13 přepracované křídlo – místo typických koncových vřeten na křídle svého předchůdce jsou konce křídel skloněny dolů, aby se zamezilo poškození spodní části křídla nerovným povrchem. Nejsou zde také použity vztakové klapky. Křídlo má stejné rozpětí, jako L-13, je však možno instalovat koncové nástavce křídel a tím i zvětšit rozpětí až na 18,2 metrů. [1]

Trup má změněný tvar kabiny, překryt je dvoudílný, přední díl se vyklápí do pravé strany, zadní pak dozadu nahoru mezi křídla. Zadní část trupu se také odlišuje od L-13 výrazně šikmou kýlovou plochou se směrovým kormidlem a stabilizátorem s výškovým kormidlem umístěným ve tvaru T na vrcholu kýlové plochy. [1]

Super Blaník byl vyráběn v Letu Kunovice a od roku 1988 se jich vyrobilo více jak 270 kusů. Kluzák momentálně létá asi v 26 zemích po celém světě.

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	16,20 m (18,20 m)
Délka	8,50 m
Výška	1,90 m
Nosná plocha	19,15 m ² (20,00 m ²)

Hmotnosti

Prázdné letadlo	310 kg (315 kg)
Letová hmotnost	510 kg
Plošné zatížení	26,6 kg/m ² (25,5 kg/m ²)

Výkony

Klesavost	0,82 m/s
Klouzavost	1:28 (1:32)
Minimální rychlost	60 km/h (54 km/h)
Optimální rychlost	68 km/h
Max. rychlost ve vleku navijákem	120 km/h
Max. rychlost v aerovleku	160 km/h
Maximální rychlost	250 km/h (230 km/h)
Limity přetížení	+ 5,3 g, - 2,65 g

Tab. 9.1: Technická data L-23 (v závorce hodnoty pro rozpětí 18,2 m) [1]



Obr. 9.1: L-23 Super Blaník [26]

9.2. L-13 AC Akro-Blaník

Rok vzniku: 1977, Let Kunovice, Československo

Dvoumístný celokovový samonosný hornoplošník určený k výcviku v akrobacii a soutěžnímu akrobatickému létání. Samozřejmě může být použit i pro všechny ostatní stupně výcviku i ke sportovnímu létání. Při zachování výborných cvičných letových vlastností původních typů má větroň zvýšenou úhlovou rychlost klonění o 30%. Konstrukteři použili křídla z typu L-23, rovněž přední část trupu včetně centroplánu i upravená kabina je z tohoto typu. [1]

Zadní část trupu je původní konstrukce L-13, včetně nízko položených vodorovných ocasních ploch a výškového kormidla. Kýlová plocha směrového kormidla byla ve své dolní části protažena dopředu. Ocasní část je také zesílena v oblasti uchycení stabilizátoru, křídlo je oproti předchůdci L-13 kratší a opatřeno zesíleným nosníkem. Kabina je koncipována jako jednoduchá, avšak nad zadním sedadlem je dozadu odklápěný kryt pro lepší nastupování. [1]

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	13,85 m
Délka	8,4 m
Nosná plocha	17,41 m ²

Hmotnosti

Prázdné letadlo	305 kg
Letová hmotnost	400 kg (sólo), 500 kg (dvojí)
Plošné zatížení	24,6 – 26,1 kg/m ²

Výkony

Klouzavost	1:25,5 ± 5 %
Minimální rychlost	60 km/h (pro hmotnost 500 kg)
Max. rychlost ve vleku navijákem	120 km/h
Max. rychlost v aerovleku	140 km/h
Maximální rychlost	230 km/h

Provozní násobky pro 500 kg

Akrobatická třída n1	5,5
Akrobatická třída n2	5,0
Akrobatická třída n3	-4,0

Provozní násobky pro 400 kg

Akrobatická třída n1	6,3
Akrobatická třída n2	6,0
Akrobatická třída n3	-4,0

Tab. 9.2: Technická data L-13 AC [1]



Obr. 9.2: L-13 AC Akro-Blaník [27]

9.3. Schempp-Hirth Duo Discus

Rok vzniku: 1993, Schempp-Hirth, Kirchheim/Teck, Německo

Dvoumístný celokompozitový vysokovýkonný větroň. Jedná se o dvousedadlový kluzák o rozpětí 20 metrů. Cílem vývoje tohoto typu bylo dosažení vynikajících letových vlastností jednosedadlového Discuse i v kategorii dvousedadlovek. [1]

Křídlo větroně je laminátové, sendvičové konstrukce s pásnicemi nosníků z uhlíkového rovingu. Každé křídlo se skládá ze dvou dílů. Dva nástavce každého křídla je možno odmontovat a tím se rozpětí zmenší na 16,25 metrů. Půdorys křídla charakterizuje mírný dopředný šíp vnitřních, 4,5 metrů dlouhých, dílů křídla. Tento šíp umožňuje zachování rozměrného prostoru pro posádku a zajišťuje optimální polohu těžiště. Montáž křídla vyžaduje při použití podpůrného přípravku tří lidí, protože hmotnost jednoho křídla se pohybuje okolo 105 kilogramů. Napojení křidélek, brzdících klapek a ovládání výpustných ventilů vodní přítěže v křídlech se děje automaticky s napojením křídla na trup. [1]

Trup je vpředu vejčitého tvaru, vytvořen ze skelného laminátu a za odtokovou hranou křídel přechází do kruhového průřezu. Přistávací zařízení je tvořeno plně zatahovacím kolem, nebo alternativně kluznou botkou. Pod kýlovou plochou je zakartované pevné ostruhové kolečko. Ocasní plochy jsou ve tvaru T. Mohutná kýlová plocha nese směrové kormidlo a na jejím vrcholu je upevněn stabilizátor s výškovým kormidlem. [1]

V průběhu roku 2005 proběhla první modernizace, která zahrnovala nové řešení hlavního podvozku, použití klapek spojených s brzdícími klapkami, nechyběla ani možnost osadit kluzák winglety. Druhá modernizace (2007) pak přinesla nové řešení kokpitu, zejména jeho prodloužení a úpravy v přední části trupu, které měly vliv na pohodlí pilota.

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	20,00 m
Délka	8,62 m
Nosná plocha	16,40 m ²

Hmotnost

Prázdné letadlo	410 kg
Letová hmotnost	498 kg (min.), 700 kg (max.)
Plošné zatížení	29,3 – 42,7 kg/m ²
Max. hmotnost vodní přítěže	200 kg

Výkony

Klesavost	0,58 m/s
Klouzavost	1:45
Minimální rychlost	68 km/h
Maximální rychlost	250 km/h

Tab. 9.3: Technická data Schempp-Hirth Duo Discus [1]



Obr. 9.3: Schempp-Hirth Duo Discus [28]

9.4. TST-8 Alpin D

Rok vzniku: 1999, Zdeněk Teplý, Česká republika

Dvoumístný, samonosný hornoplošník celodřevěné konstrukce určený ke sportovnímu létání. Větroň je projektován pro zástavbu výsuvného motoru umožňující pojíždění i vzlet bez cizí pomoci. Křídlo s jedním hlavním a dvěma pomocnými nosníky je uprostřed dělené. Obě poloviny křídla jsou spojeny třemi vodorovnými čepy a na trup zavěšeny třemi závěsy. Potah přední části křídla je tvořen překližkou a od nosníku přes náběžnou hranu tvoří uzavřenou torzní skříň. Zadní část křídla včetně křidélek je pak potažena plátnem. Samozřejmostí je také odklopná brzdící klapka na horní straně křídla. Koncové oblouky křídel jsou pak z laminátu, opatřené winglety. [1]

Trup je smíšené konstrukce. Přední část včetně prostoru pro posádku tvoří kompozitový výlisek, zadní část trupu je celodřevěná. Kabina posádky je nad předním sedadlem zakryta dopředu výklopným jednodílným krytem z organického skla. Zadní kryt je řešen také výklopně, ale vzad. Ocasní plochy ve tvaru T tvoří dozadu skloněná kýlová plocha se směrovým kormidlem, na vrcholu kýlovky je snímatelný, jedním šroubem uchycený stabilizátor s výškovým kormidlem. [1]

Hlavní podvozek tvoří dvě, z větší části zakapotovaná kola, která jsou odpružena a uložena v kyvné vidlici. Přední část trupu je vybavena pomocným řízeným kolem. Ostruhové kolečko, umístěné na konci trupu je otočné s aretací. [1]

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	15,60 m
Délka	7,06 m
Nosná plocha	13,20 m ²

Hmotnosti

Prázdné letadlo	210 kg
Letová hmotnost	450 kg
Plošné zatížení	34,09 kg/m ² (max.)

Výkony

Klesavost	0,90 m/s
Klouzavost	1:28
Minimální rychlost	65 km/h
Optimální rychlost	100 km/h
Max. rychlost v aerovleku	130 km/h
Maximální rychlost	180 km/h

Tab. 9.4: Technická data TST-8 Alpin D [1]



Obr. 9.4: TST-8 Alpin D [29]

9.5. TST-14 Bonus

Rok vzniku: 2005, Zdeněk Teplý, Česká republika

Dvoumístný, samonosný středoplošník celokompozitové konstrukce s ocasními plochami do T, určený k výkonovému i sportovnímu létání. Křídlo je sendvičové konstrukce, vybavené vzdušnou brzdou. Vzdušné brzdy jsou umístěny za hlavním nosníkem, vyrobeny z hliníkového plechu a zasouvají se do samostatných šachet. Zajímavostí je, že křídlo nemá žádná žebra, nosník tvaru C-D je tvořen pásnicemi z kompozitu. Spojení křídel je řešeno vzájemným propojením pahýly nosníků spojených dvojicí čepů. Spojení křídlo-trup a zachycení krutu je realizováno pomocí čepů v kořenovém žebře. Celokompozitová křídélka jsou na křídlo zavěšena ve čtyřech závěsech. [1]

Trup sendvičové konstrukce je vyroben ve formě spolu s kýlovou plochou. Kabina posádky je nad každým sedadlem zakryta samostatným krytem z organického skla. Ocasní plochy ve tvaru T tvoří dozadu skloněná kýlová plocha se směrovým kormidlem a na vrcholu je umístěn snímatelný stabilizátor s výškovým kormidlem. Hlavní podvozek je tandemový s odpruženým hlavním kolem, uložený v kyvné vidlici. Předové kolo je naopak pevného charakteru. [1]

Kluzák existuje i ve verzi TST-14M, který je osazen vzduchem chlazenou pohonnou jednotkou Rotax 503 a pevnou dřevěnou dvoulistovou vrtulí o průměru 1,2 metru.

Technická data:

Rozměry	
Rozpětí	17,20 m
Délka	8,24 m
Nosná plocha	12,09 m ²
Hmotnosti	
Prázdné letadlo	280 kg
Letová hmotnost	450 kg
Plošné zatížení	37,2 kg/m ²
Výkony	
Klouzavost	1:40
Minimální rychlost	65 km/h
Optimální rychlost	105 km/h
Max. rychlost v turbulenci	150 km/h
Max. rychlost v aerovleku	150 km/h
Maximální rychlost	205 km/h

Tab. 9.5: Technická data TST-14 Bonus [1]



Obr. 9.5: TST-14 Bonus [30]

9.6. Grob G-103 Twin Astir

Rok vzniku: 1976, Grob Aircraft, Německo

Dvoumístný samonosný středoplošník se sedadly umístěnými za sebou. Byl zkonstruován v sedmdesátých letech německou firmou Grob, jako doplnění chybějících dvousedadlových kluzáků v tehdejší produkci. Konstrukce vychází z jednosedadlového modelu G-102 Standart Astir, avšak k zachování vyváženosti v designu a rozložení váhy bylo nutné dát křídům mírný dopředný tvar. Potah křídel je tvořen sendvičovou konstrukcí a vrchní strana je opatřena brzdícími klapkami. Zajištění křídel je řešeno pomocí 4 čepů. Bohužel je umístění křídel nešťastné, co se týče přistávání do vysokých porostů, proto je nutná zvýšená opatrnost a mít tento fakt stále na vědomí.

Ocasní plochy jsou ve tvaru T, výšková ocasní plocha je pak přidělena na vrchu kýlové plochy jedním šroubem. Na rozdíl od hlavních křídel nehrozí poškození při přistání do vyššího porostu. Trup je řešen jako skořepina z kompozitních skelných vláken. Kabina je dvoumístná a velmi prostorná, odklápění je řešeno nezávisle dvěma výklopnými díly z organického skla.

Podvozek tvoří jedno do boku zatahovací kolo a jedno pevné kolečko na zádi letadla. Zatahovací mechanismus je řešen mechanicky, avšak i přes velkou hmotnost tohoto kluzáku chybí jeho odpružení. Je zde taky možnost použít vodní přítěže pro lepší vyvážení pro dané manévry. Vodní nádrže jsou umístěny v obou křídlech a kapacita jedné je 50 litrů, což dává možnost navýšit už tak těžký kluzák o dalších 100 kg.

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	17,50 m
Délka	8,10 m
Nosná plocha	17,80 m ²

Hmotnosti

Prázdné letadlo	395 kg
Maximální hmotnost	650 kg
Plošné zatížení	36,5 kg/m ²

Výkony

Klouzavost	1:38,5
Klesavost	0,62 m/s
Minimální rychlost	80 km/h
Max. rychlost ve vleku navijákem	120 km/h
Max. rychlost v aerovleku	170 km/h
Maximální rychlost	250 km/h

Tab. 9.6: Technická data Grob G-103 Twin Astir [35]



Obr. 9.6: Grob G-103 Twin Astir [14]

9.7. DG-1001

Rok vzniku: 2009, DG Flugzeugbau, Německo

Dvoumístní kluzák určený nejen pro výcvik, ale vhodný také pro výkonové přelety a akrobacii. Konstrukce vychází se staršího typu DG-1000, jež byl vyroben a poprvé představen v roce 2000. Letadlo je konstruováno jako středoplošník, ale díky vysokému podvozku a celkové konstrukci nehrozí nebezpečí poškození při přistání ve vysokém porostu. Křídla se dodávají ve dvou rozpětích, 18 a 20 metrů. U osmnáctimetrových křídel lze dodatečně křídla

opatřit i malými winglety, nebo vodní nádrží. Dvacetimetrová křídla mají tyto prvky již ve své konstrukci zařazeny. Křídla jsou konstruována z uhlíkových vláken a nejsou příliš těžká.

Trup je skořepinové konstrukce a jeho původ je zakotven v modelu DG-505, prodělal však spoustu vylepšení. V přední části je kryt pro posádku, který je řešen dvoudílně a má nezávislé otevírání do strany, zároveň je umístěn velmi vysoko nad zemí, což je u našich kluzáků nezvyklé. Na přání je možno opatřit kluzák motorovou jednotkou, buď turbínovou (DG-1001T), nebo klasickým spalovacím motorem se sklopnou vrtulí (DG-1001M).

Přistávací podvozek je zatahovací, opatřený tlumičem a hydraulickou kotoučovou brzdou. Zatahování lze objednat také elektrické. S touto možností je kluzák dovybaven solárními panely na vrchní straně trupu, které pomáhají dobíjet baterie. Solární panely jsou také ve výbavě u motorizovaných verzí.

Ocasní plochy jsou standardně řešeny ve tvaru T. Díky tomu, že je kluzák velmi náchylný na rozložení hmotnosti a následně hodnotě těžiště, lze umístit do ocasních ploch vyvažovací zátěže, nebo vodní přítěž. Maximální hodnota vodní přítěže je 6,2 kg, vyvažovací zátěž může mít maximálně 12 kg. Celkově tak můžeme zatížit ocas letadla o 18,2 kg.

Pro aeroklubové létání se nabízí model DG-1001 Club, který spadá do třídy 18m, nemá vodní přítěže v křídlech a jeho podvozek není zatahovací.

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	18,00 m, (20,00 m)
Délka	8,57 m
Nosná plocha	16,72 m ² , (17,53 m ²)

Hmotnosti

Prázdné letadlo	411 kg, (415 kg)
Vodní přítěž v křídlech (max.)	160 kg
Maximální hmotnost	750 kg
Plošné zatížení	44,9 kg/m ² , (42,8 kg/m ²)

Výkony

Klouzavost	1:46,5
Klesavost	0,51 m/s
Minimální rychlost	80 km/h
Max. rychlost ve vleku navijákem	150 km/h
Max. rychlost v aerovleku	185 km/h
Maximální rychlost	270 km/h

Tab. 9.7: Technická data DG-1001 (v závorkách pro rozpětí 20 metrů) [36]



Obr. 9.7: DG-1001 [31]

9.8. DG-500

Rok vzniku: 1987, DG Flugzeugbau, Německo

DG-500 je dvoumístný samonosný středoplošník vhodný pro výcvik, výkonové létání i akrobacii. Jeho plastová konstrukce je vyztužena uhlíkovými a sklo-laminátovými vlákny. Křídla jsou sendvičové konstrukce a dostupná ve třech verzích rozpětí, osmnáctimetrová, dvacetimetrová a také dvaadvacetimetrová pro výkonové přelety. 22timetrová třída má křídla opatřena winglety a vztlakovými klapkami, které u kratší verze chybí. U výkonových verzí lze také do křídel implantovat nádrže, jejich celková přítěž může být až 160 kg. U všech modelů však nechybí brzdící klapky typu Schempp-Hirth na vrchní straně profilu křídel.

Přední kabina je překryta krytem z plexiskla, řešení víka je dvoudílné, nezávislé na sobě. Kabina designem a ergonomií vychází ze staršího typu DG-300. Trup je skořepinové konstrukce a přechází do ocasních ploch tvaru T. Ocasní plochy mohou být, stejně jako křídla, vybaveny vodní přítěží o max. zatížení 6,6, resp. 12,3 kg. Záleží na verzi a na obsazenosti kluzáku. Podvozkové kolo je zatahovací, odpružené. Kromě hlavního podvozku má také zadní kolečko, které chrání oblast ocasu a přední pomocné kolečko, jako ochrana spodní části trupu v oblasti kabiny.

Jen 4 týdny po představení kluzáku se začala vyrábět i motorizovaná verze DG-500M. V nynější době létá mnoho derivátů této série po celém světě. Model je držitelem několika rekordů ve výstupech až do výšky 50 000 ft, kde je již potřeba kyslíkové zařízení a speciální

oblek. Poslední modifikace proběhla v roce 2004 ve Slovinsku, známá jako typ DG-505 Orion.

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	18,00 m
Délka	8,66 m
Nosná plocha	16,60 m ²

Hmotnosti

Prázdné letadlo	380 kg
Vodní přítěž v křídlech (max.)	160 kg
Maximální hmotnost	615 kg
Plošné zatížení	45,2 kg/m ²

Výkony

Klouzavost	1:45
Klesavost	0,60 m/s
Minimální rychlost	69 km/h
Optimální rychlost	115 km/h
Max. rychlost ve vleku navijákem	140 km/h
Max. rychlost v aerovleku	190 km/h
Maximální rychlost	270 km/h

Tab. 9.8: Technická data DG-500 [37]



Obr. 9.8: DG-500 [32]

9.9. Schleicher ASK-13

Rok vzniku: 1966, Rudolf Kaiser, Německo

Model kluzáku ASK 13 vychází z předešlé produkce návrháře Rudolfa Kaisera, zejména z typu Ka-7. Z tohoto typu byla zachována koncepce kabiny pro posádku, která poskytuje výborný výhled na všechny strany. Kryt kabiny je jednoduchý, bez přepážek, odklápěný do boku, tudíž ve výhledu posádky nezavazí zpevňující rámy ani jiné pevnostní prvky.

Křídla kluzáku mají nezvyklý tvar, který jakoby předbíhá samotné letadlo. Tento dopředný úhel má velikost 6° a zajišťuje lepší rozložení váhy a těžiště. Náběžné hrany jsou z vyrobeny z dřevěné překližky a plocha celého křídla je pokryta látkou. Brzdící klapky jsou umístěny jak na vrchní, tak i na spodní straně křídel, jedná se o typ Schempp-Hirth. Křídélka jsou dřevěná, pokrytá taktéž látkou.

Na tomto modelu byla již v roce 1966 použita skelná vlákna, z nichž je tvořen čumák letounu a také sedačky pilotů. Trup je svařen z ocelových trubek, zpevněn smrkovými podélníky a potažen látkou. Ocasní plochy jsou tvořeny překližkou, vyjímaje směrové a výškové kormidlo, jejichž povrch tvoří látkový potah. Přistávací podvozek není zatahovací, ale může se chlubit odpružením a bubnovým mechanismem brzd. Postupem času byla nahrazena pomocná ochranná lyžina v přední části malým kolečkem.

Kluzák byl ve své době nejvíce používaným letadlem v německých aeroklubech, zejména pro snadnost létání, výdrž materiálů a snadnou údržbu. Jeho úspěšným nástupcem se stal v roce 1979 typ ASK-21.



Obr. 9.9: Schleicher ASK-13 [33]

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	16,00 m
Délka	8,18 m
Nosná plocha	17,50 m ²

Hmotnosti

Prázdné letadlo	290 kg
Maximální hmotnost	480 kg
Plošné zatížení	27,43 kg/m ²

Výkony

Klouzavost	1:28
Klesavost	0,81 m/s
Minimální rychlost	55 km/h
Max. rychlost ve vleku navijákem	100 km/h
Max. rychlost v aerovleku	140 km/h
Maximální rychlost	200 km/h

Tab. 9.9: Technická data Schleicher ASK-13

9.10. Schleicher ASK-21

Rok vzniku: 1979, Rudolf Kaiser, Německo

Model ASK-21 byl zkonstruován primárně pro účely leteckých výcviků a obecnému použití v aeroklubech. Konstrukce je však navržena tak, aby zvládla i akrobatické prvky. Jedná se v podstatě o inovovaný kluzák ASK-13, neboli spíše jeho náhrada, protože konstrukčně toho mají pramálo společného. Jedná se o dvoumístný středoplošník celokompozitové konstrukce, tato výrobní technologie byla použita u typů ASK vůbec poprvé.

Dvoudílné dvounosníkové křídlo má celokompozitovou konstrukci, potah je tvořen ze sklolaminátového sendviče s pěnovou výplní. Výsuvné brzdící klapky jsou na horní straně křídla, spolu s křídélky jsou ovládány pomocí táhel. Ocasní plochy ve tvaru T jsou vyrobeny sendvičově – skelný laminát a pěna. V kýlové ploše je zabudovaná anténa VHF. Pohyblivé plošky na ocase jsou částečně vyváženy, vodorovné ocasní plochy jsou ovládány táhly, vodorovné ocasní plochy ocelovými lany. [41]

Trup je tvořen sklolaminátovou skořepinou sendvičové konstrukce o tloušťce 8 mm, což zajišťuje vysoký standard bezpečnosti a ne příliš velké navýšení hmotnosti. Trup je vybaven tažným zařízením jak pro aerovlek, tak pro start s navijákem. Kabina je překryta dvoudílným krytem, přední část se odklápí dopředu i s přístrojovou deskou, zadní část pak

dozadu. Hlavní kolo podvozku je pevné, odpružené a brzdící účinek zajišťuje hydraulická kotoučová brzda. Předové kolečko chrání přední část trupu při manipulaci, zadní gumová ostruha může být nahrazena taktéž kolečkem. [41]

Technická data:

Rozměry

Rozpětí	17,00 m
Délka	8,35 m
Nosná plocha	17,95 m ²

Hmotnosti

Prázdné letadlo	360 kg
Maximální hmotnost	600 kg
Plošné zatížení	31,00 kg/m ²

Výkony

Klouzavost	1:34
Klesavost	0,65 m/s
Minimální rychlost	65 km/h
Maximální rychlost	280 km/h

Tab. 9.10: Technická data Schleicher ASK-21 [34]



Obr. 9.10: Schleicher ASK-21 [34]

9.11. Scheibe SF-34

Rok vzniku: 1978, Wolf Hoffmann, Německo

Dvoumístný větroň byl první celolaminátovou konstrukcí německé firmy Scheibe-Flugzeugbau. Vzhledem k tomu, že již existoval zalétaný a spolehlivý G-103 Twin Astir, nebyla výroba příliš úspěšná a bylo vyrobeno pouze 26 kusů. Dalších asi 40 kusů vyrobila licenčně francouzská firma pod označením SNC-34. Nicméně pro nové zájemce byla v roce 2010 výroba obnovena pod hlavičkou nástupnické firmy Scheibe Aircraft.

Dělené lichoběžníkové křídlo má náběžnou hranu kolmou k ose trupu. Skořepina i jeho nosník jsou vyrobeny sendvičovou konstrukcí ze sklolaminátu a pěny. Brzdící klapky jsou pouze na vrchní straně křídel, společně s křídélky jsou ovládány táhly, které se při montáži a demontáži automaticky připojí, nebo odpojí. Konce křídel jsou opatřeny ochrannými lyžinami. Ocasní plochy mají podobnou konstrukci jako křídla. V kýlové ploše je zabudována radiostanice. Dělené vodorovné ocasní plochy se zajišťují pomocí zapuštěného čepu v kořenech náběžných hran. Směrové kormidlo je ovládané lany, výškové táhly. [42]

Trup tvoří sklolaminátová skořepina s vnitřními výztuhami ze stejného materiálu. Jednodílný kryt pilotního prostoru z organického skla se odklápí do boku. Na podlaze předního pilotního prostoru je místo pro připevnění olověných závaží, kterými lze dovážet hmotnost lehkého pilota kvůli zachování těžiště letadla. Vlečná zařízení jsou umístěna v přídi, nesymetricky před hlavním podvozkovým kolem. Pevný podvozek je tvořen jedním hlavním odpruženým kolem pod trupem, pomocným pod přídí a ostruhovým kolečkem vzadu. Brzdné účinky hlavního kola zajišťuje kotoučová brzda. [42]

Technická data:

Rozměry	
Rozpětí	15,80 m
Délka	7,50 m
Nosná plocha	14,80 m ²
Hmotnosti	
Prázdné letadlo	320 kg
Maximální hmotnost	540 kg
Výkony	
Klouzavost	1:35
Klesavost	0,70 m/s
Minimální rychlost	65 km/h
Maximální rychlost	250 km/h

Tab. 9.11: Technická data Scheibe SF-34 [13]



Obr. 9.11: Scheibe SF-34 [13]

10. Výběr vhodného kluzáku

Jak jsem již zmínil, předchozích jedenáct kluzáků jsem vybral na základě dvoumístného uspořádání kabiny, ohlasů na různých fórech a doporučení ze strany provozovatelů a členů aeroklubů. Je zde ale otázka, zda všechny typy budou vyhovovat výcviku a co bude jejich výhoda či nevýhoda? Na toto se pokusím najít odpovědi v následujících odstavcích.

Jelikož mé téma se zabývá jak základním, tak pokračovacím výcvikem, jeden z hlavních parametrů musí být schopnost kluzáku provádět základní akrobatické prvky, jako je nácvik pádu a vývrtky. Pokud by tyhle dva základní prvky daný větroň nesplňoval, nastala by nemilá a hlavně neekonomická situace – dodělávat výcvik v jiných aeroklubech na jiných, „dospělejších“ typech, což by určitě nebylo výhodné pro obě strany. S ohledem na tento fakt mi z jedenácti adeptů vypadly hned tři typy, jsou to:

- Schempp-Hirth Duo Discus
- TST-8 Alpin D
- TST-14 Bonus

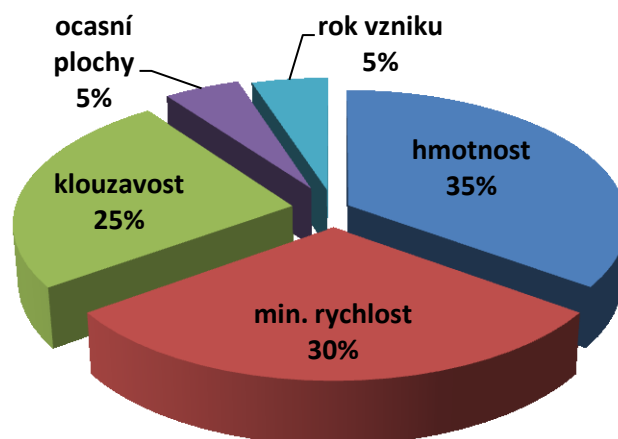
Schempp-Hirth Duo Discus je spíše výkonový kluzák s rozpětím 20 metrů a klouzavostí 1:45, takže i z jiných hledisek by nebyl příliš vhodný. Modely TST měly krom neschopnosti vývrtek a pádů také absenci navijákových startů. Výcvik na těchto typech by vyžadoval větší finanční výdej pro žáky. Malou záplatou této absence by bylo pořízení motorových verzí s označením M, ale stále by tu zůstal problém s nácvikem dvou akrobatických prvků.

Ostatních zbylých osm typů prakticky vyhovuje všem požadavkům pro výcvik nových pilotů. Metoda, která by zvolila ten nejideálnější prakticky neexistuje. Každý má určité výhody i nevýhody. Někdo chce kvalitní kluzák za velké peníze, někdo upřednostní starší typ na dolítání. Co se týče cenové politiky, vynechám položky jako prvotní investice, koupě na leasing, či cena za pravidelné prohlídky a finanční náročnost údržby. Toto je dle mého kapitola sama o sobě, pro každý aeroklub by byla formulována zcela jinak a priority by se značně lišily. Jediné z čeho bych vycházel je fakt, že novější a odolnější konstrukce nevyžadují tak složitou a náročnou údržbu, jako stroje staršího data výroby, proto ve svém hodnocení zohledním i rok, ze kterého konstrukce vychází.

Pro stanovení relativně vhodného kluzáku jsem si zvolil srovnávací metodu u které budu zohledňovat 5 základních faktů daných typů. Jednotlivým veličinám přiřadím priority, které budou závislé na mém subjektivním pocitu, co se důležitosti týče.

Jako nejdůležitější faktor považuji jednoznačně hmotnost samotného stroje. Nováček se musí naučit se strojem manipulovat jak ve vzduchu, tak i na zemi a právě snadná manipulace, popř. montáž a demontáž by začátečníky neměla odradit. Nemusí však vždy platit, že těžký stroj se ve vzduchu chová nemotorně a ovládání vyžaduje obrovské síly k řízení. Na těchto skutečnostech jsem zvolil 35% ohodnocení z celkového výčtu. Další položkou bude minimální rychlost kluzáku, kterou je schopen bezpečně letět. Můžeme říci, že v našem případě bude zhruba platit přímá úměra mezi hmotností a minimální rychlostí. Pro začínající piloty je určitě snazší a subjektivně bezpečnější přistávat na rychlostech okolo 55 km/h, než se řídit na přistávací plochu ve 100 km/h. Tím, že rychlost je velmi blízká hmotnosti kluzáku co se týče důležitosti pro začínající letce, volil jsem ohodnocení 30% z celkových 100%.

Jedna z dalších, ale už méně důležitých věcí je brát ohled na klouzavost jednotlivých strojů. Pro výcvik není již tak důležitá, ale určitě je to zajímavý parametr, neboť dvousedadlové kluzáky nemusí vždy najít uplatnění pouze pro výcvik. Jejich využití je velmi všestranné. Z tohoto důvodu jsem klouzavosti dal váhu 25%. Poslední dvě položky, které nemají tak velký vliv na konečné hodnocení, jsou tvar ocasních ploch a rok vzniku. Oba dva poslední faktory jsem ohodnotil 5%. Ocasní plochy jsou diskutabilní téma a záleží na každém z nás, jestli je považuje za důležité při hodnocení, nebo ne. V mém rozboru беру ohled pouze na jejich tvar a to zda mají, nebo nemají uspořádání ve tvaru T. Ocasní plochy ve tvaru T jsou jednoznačně méně náchylné k opotřebování a poškození při dosedech do vyšších porostů, nebo při tvrdším přistání. Je to spíše praktická záležitost a na výcvik to samozřejmě nemá vliv, ale jako další kritérium, ohodnocené pouze 5% je tento požadavek zcela na místě. Stejně tak nebudu klást velký důraz na rok vzniku daného stroje. Jak bylo řečeno dříve, finanční záležitosti a kontroly s nimi spjaté je velmi složitá záležitost, kterou se nebudu zabývat a ohodnotím objektivně pouze stáří konstrukce.



Graf 10.1: Rozdělení jednotlivých faktorů a míra důležitosti

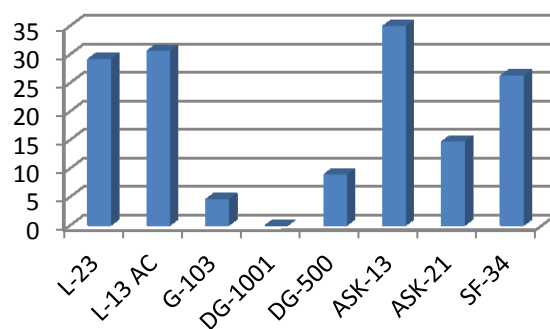
Co se týče vlastního procentuálního ohodnocení, můj postup byl následující. V jednotlivých pěti sektorech jsem si zvolil maximální a minimální hodnotu, kterou jsem mezi sebou odečetl. Vzniklé číslo mi určovalo maximální diferenci, která může mezi hodnotami nastat. Tato diference označovala pomyslných 100% v daném sektoru. Další hodnoty jsem vždy jsem odečítal od maximální a vzniklý výsledek jsem porovnal s danou referenční hodnotou, kterou byla diference označující 100%. Výsledné číslo jsem dále přepočítal procentuálně k danému sektoru, ať se zachová priorita mých zvolených hodnot. Jednoduše řečeno, v každém sektoru grafu bude mít vždy nejvyšší, resp. nejnižší hodnota 100% a nejnižší, resp. nejvyšší hodnota 0% (záleží zda je pro nás důležitá nejmenší, nebo největší hodnota). U problematiky ocasních ploch jsem volil 5% ohodnocení pro kluzáky, které mají tvarové uspořádání T, pro ostatní 2,5%, aby nenastaly příliš velké difference v méně důležité položce.

10.1. Hmotnostní ohodnocení (max. 35%)

V hmotnostním srovnání se jako nejlepší volba jeví typ ASK-13, který se svými 290 kg získal plné ohodnocení 35%. Naopak typ DG-1001, který je mimochodem nejmodernější konstrukce mezi všemi zmíněnými kluzáky získal 0% pro svou vysokou hmotnost – 411 kg.

Typ	Hmotnost [kg]	Ohodnocení [%]
L-23	310	29,2
L-13 AC	305	30,7
G-103	395	4,6
DG-1001	411	0,0
DG-500	380	9,0
ASK-13	290	35,0
ASK-21	360	14,8
SF-34	320	26,3

Tab. 10.1: Hmotnostní ohodnocení



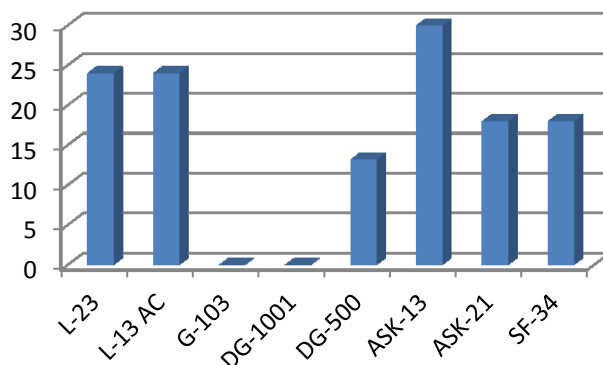
Graf 10.2: Hmotnostní ohodnocení

10.2. Min. bezpečné rychlosti (max. 30%)

Ve srovnání rychlostí, ve kterých je možno kluzák bezpečně ovládat jako nejlépe dopadl opět typ ASK-13, jehož minimální rychlost 55 km/h lze jen těžko překonat. Výsledek je samozřejmě ovlivněn jak konstrukcí, tak i velmi nízkou hmotností. Na rozdíl od dvou nejtěžších zástupců G-103 a DG-1001, kteří v této kategorii získali 0%. Československá dvojice Blaníků působí i tady velmi vyrovnaně, jejich hodnoty jsou v pomyslném středu, stejně jako jejich hmotnost.

Typ	Min. rychlost [km/h]	Ohodnocení [%]
L-23	60	24,0
L-13 AC	60	24,0
G-103	80	0,0
DG-1001	80	0,0
DG-500	69	13,2
ASK-13	55	30,0
ASK-21	65	18,0
SF-34	65	18,0

Tab. 10.2: Min. bezpečné rychlosti



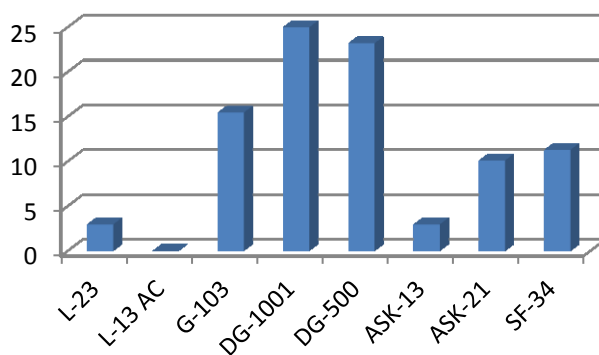
Graf 10.3: Výsledky srovnání min. rychlostí

10.3. Klouzavost (max. 25%)

U hodnocení klouzavosti jednoznačně vedou výkonové kluzáky od výrobce DG Flugzeugbau, které získaly nejvyšší hodnocení. Twin Astir G-103 je v tomto hodnocení velmi vyvážený a jeho hodnoty kvalitní a důmyslné konstrukce zde dokázaly své. Výsledek našeho Blaníku L-13 AC musíme brát s rezervou, protože tento stroj je především určen k akrobatickým prvkům a při vývoji nebyl kladen tak velký důraz na klouzavost stroje.

Typ	Klouzavost [km/1 km]	Ohodnocení [%]
L-23	28	3,0
L-13 AC	25,5	0,0
G-103	38,5	15,5
DG-1001	46,5	25,0
DG-500	45	23,2
ASK-13	28	3,0
ASK-21	34	10,1
SF-34	35	11,3

Tab. 10.3: Klouzavosti a ohodnocení



Graf 10.4: Ohodnocení klouzavostí

10.4. Ocasní plochy a rok vzniku (po 5%)

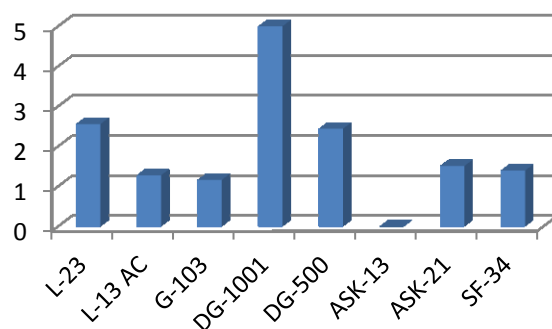
U ocasních ploch nebudu záměrně uvádět grafy a tabulky, pouze zmíním, které kluzáky mají uspořádání do T a tudíž dostanou 5% ohodnocení, ostatní typy 2,5%.

- L-23, G-103, DG-1001, DG-500, ASK-21: + 5%
- L-13 AC, ASK-13, SF-34: + 2,5%

Rok výroby, resp. rok vyrobeného prvního kusu účelně ovlivnil výsledek velmi málo. Logicky nejvyšší počet procent dostal typ DG-1001, jehož výroba započala rokem 2009. Ostatní modely se pohybují zhruba v 80tých a 90tých letech a jejich ohodnocení je přibližně stejné. Největší procentuální ztrátu v této kategorii zaznamenal jinak dobře hodnocený ASK-13, který byl vyroben již v roce 1966.

Typ	Rok vzniku	Ohodnocení [%]
L-23	1988	2,6
L-13 AC	1977	1,3
G-103	1976	1,2
DG-1001	2009	5,0
DG-500	1987	2,4
ASK-13	1966	0,0
ASK-21	1979	1,5
SF-34	1978	1,4

Tab. 10.4: Rok vzniku a ohodnocení



Graf 10.5: Procentuální ohodnocení

11. Závěrečná vyhodnocení

V jednotlivých kategoriích, dá-li se to tak nazvat byl vždy jeden zástupce, který měl značně navrch a přirozeně i takový typ větrone, který získal nejhorší ohodnocení. Každý kluzák má svá pro a proti, každý byl vyvíjen za jiným účelem. V tomto výběru nenacházím žádný model, který by byl výhradně určen pro výcvik. Takový typ, mimo různé modifikace, snad ani neexistuje. Nač mít v hangáru jeden dvoumístný kluzák pro výcvik a vedle něj jiný pro sportovní létání? To by přinášelo další finanční náklady a také zbytečné zabírání cenného místa už v tak malých hangárech. Každý stroj má určité spektrum dovedností a ne v každé „disciplíně“ je dokonalý. Výsledky mého vyhodnocení je proto třeba brát s rezervou a pouze informativně, protože v praxi má každý člověk jiné nároky, představy a finanční prostředky.

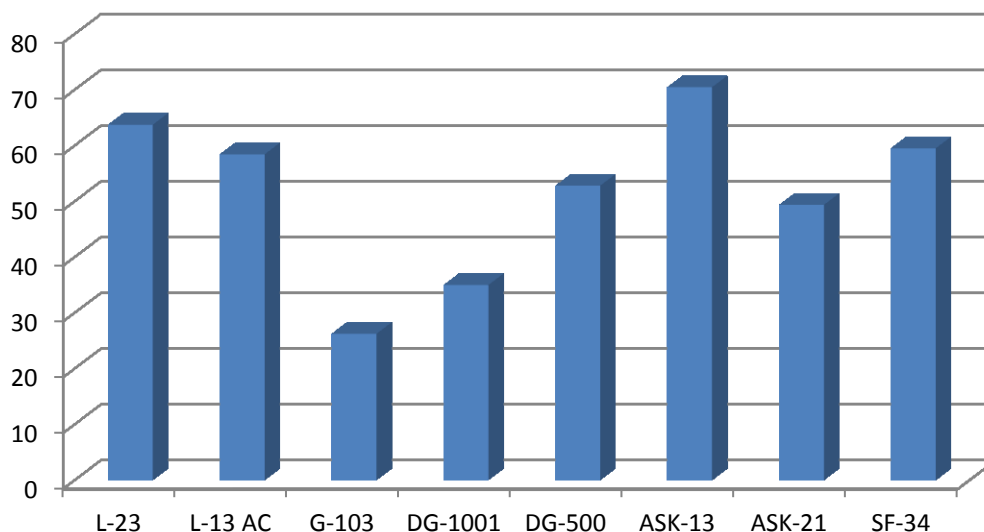
Nejvíce bodů, resp. procent získal kluzák německého konstruktéra Rudolfa Kaisera ASK-13, který poprvé vzlétl v roce 1966. Zásahu na konečném ohodnocení 70,5% má nejvíce jeho nízká hmotnost a také nejmenší rychlost, kterou může bezpečně letět. Tyto dvě položky měly v mém hodnocení největší váhu a kluzák ASK-13 je právem získal. Naopak druhé nejmenší ohodnocení získal za klouzavost, kde byl výkonnostně horší pouze akrobatický kluzák L-13 AC. Nejstarší datum vzniku také nikterak nepřispělo k celkovému výsledku tohoto starého, ale na svou dobu výborného stroje. Co se týče údržby a zastaralé konstrukce, je zde otázka, zda vůbec má cenu tak starý stroj provozovat. To nechám na každém z nás, ať vyhodnotí své možnosti.

Typ	Ohodnocení hmotnosti [%]	Ohodnocení min. rychlosti [%]	Ohodnocení klouzavosti [%]	Ohodnocení ocasných ploch [%]	Ohodnocení roku vzniku [%]	Celkem [%]
L-23	29,2	24,0	3,0	5,0	2,6	63,7
L-13 AC	30,7	24,0	0,0	2,5	1,3	58,4
G-103	4,6	0,0	15,5	5,0	1,2	26,3
DG-1001	0,0	0,0	25,0	5,0	5,0	35,0
DG-500	9,0	13,2	23,2	5,0	2,4	52,8
ASK-13	35,0	30,0	3,0	2,5	0,0	70,5
ASK-21	14,8	18,0	10,1	5,0	1,5	49,4
SF-34	26,3	18,0	11,3	2,5	1,4	59,5

Tab. 11.1: Celkové vyhodnocení v % úspěšnosti

Bohužel nejnižší hodnocení 26,3% získal také německý stroj, Grob G-103 Twin Astir, který léta na světovém nebi od roku 1976. Nemalou zásluhu na jeho skóre má z velké části velká hmotnost (395 kg) a také spolu s výkonovým kluzákem DG-1001 nejvyšší minimální rychlost. Twin Astir je bez ohledu na můj výsledek jistě vynikající stroj s bytelnou konstrukcí a své nadšence si jistojistě našel, pro výcvik nových pilotů se však jeví jako zcela nevhodný.

Z postřehů jsem zjistil, že tento výsledek je zcela oprávněný. G-103 potřebuje ke svému řízení opravdu velké síly a přirovnání, jako přejít z Blaníka L-13 na Twin Astira je jako předsednout z Fabie do Tatry nebude daleko od pravdy. Na druhou stranu piloti, kteří budou začínat svůj elementární výcvik na G-103, mohou být pak mile překvapeni, jak lehce se létá s ostatními typy, aneb „těžko na cvičišti, lehký na bojišti.“



Graf 11.1: Celkové výsledky

Velmi dobře si vedly i oba naše Blaníky s výsledkem 63,7% (L-23) a 58,4% (L-13 AC). O těchto dvou typech se v poslední době vedou velké diskuze, poněvadž se jedná o kokové konstrukce s podobným systémem údržby, jako měl kluzák L-13. Některé aerokluby mají to štěstí, že jeden z těchto typů vlastní a mohou tak pokračovat ve výcviku pilotů, aniž by je omezení pro L-13 nějak zasáhla. Oba typy nijak nevynikají v klouzavostech, ale to je snad jediný handicap, který mají. Během všech hodnocení dokazovaly své kvality. L-23 obhájil druhé místo a s přihlédnutím na fakt, že SF-34 není zcela rozšířeným typem, jeví se oba Blaníky jako ideální výcvikové kluzáky.

Modely typu DG-500, ASK-21 a SF-34 jsou výborné kluzáky německé konstrukce z kompozitních materiálů. Jejich nevýhoda je bohužel ve vysoké pořizovací ceně, která s rostoucí poptávkou po dvousedadlových větroních rozhodně neklesla. Co se týče modelu SF-34, bylo vyrobeno pouze 26 kusů originální německé konstrukce, proto tento v tuzemsku relativně neznámý kluzák budeme jen těžko hledat. Nízký výsledek modelu DG-1001 není pro mě nikterak zarážející. Přeci jen jde o kluzák s rozpětím 18 metrů, výjimkou nejsou ani 20timetrové verze. Je to velmi vyspělý typ nejmodernější konstrukce a převážně je určen pro

výkonnostní létání, to také napovídá nejvyšší dosažený výsledek v klouzavosti. Jedinou překážkou pro koupi tohoto modelu bude jistojistě vysoká cena.

Vhodný kluzák pro výcvik najít lze, ale rozhodně nebude vyhovovat všem potřebám, které si uživatelé kladou. Všeobecně platí, čím více požadavků na výcvikové kluzáky máme, tím více se jednotlivé požadavky rozcházejí. Pro elementární výcvik jsou jednoznačně lepší typy s malým rozpětím, které jsou lehké, lze s nimi jednoduše manipulovat a jejich ovladatelnost a náročnost pilotáže je velmi snadná. Důležitá je také podélná stabilita, která přímo souvisí s pilotáží. Účelem přece není nováčky stresovat ve vzduchu tím, že 99% času se budou soustředit pouze na řízení. Na pokračovací výcvik a s ním související termické lety bych volil rozpětí okolo 18ti metrů. Z těchto požadavků jednoznačně vyplývá, že pro výcvik by byl nejvhodnější typ s měnitelným rozpětím, aby jeho použití bylo co nejvíc všestranné.

Dále se domnívám, že nedílnou součástí výcvikového kluzáku by měl být jednoznačně odpružený podvozek. Záměrně jsem ve svém hodnocení tento požadavek neuváděl, protože drtivá většina kluzáků by jej splnila. Výjimkou je pouze G-103 Twin Astir, který zcela nepochopitelně odpružené hlavní kolo nemá. Nepochopitelné už jen proto, že váží skoro 400 kg a přistávací rychlost se pohybuje okolo 80 km/h. Pro žáky je tento typ zcela nevhodný a v mém hodnocení to také tak dopadlo. Odpruženost má nesmírné výhody pro konstrukci samotného stroje, která není tak zatěžována otřesy při přistání a manipulací na převážně travnatých a hrbolatých letištích.

Můžeme si klást spoustu otázek, ale ne na všechny nalezneme odpověď. Každý jednotlivý typ bude vyhovovat určitým skupinám lidí a výběr nejvhodnějšího kluzáku závisí vždy převážně na nás, nebo na názoru skupiny. Je otázka, jakou cestou se technologie výroby cvičných kluzáků budou ubírat a zda nám ne-příliš příznivá ekonomická situace dovolí vyvíjet a nakupovat moderní, prakticky bezúdržbové stroje, nebo se vrátíme zpět do minulosti ke starým osvědčeným praktikám.

12. Použitá literatura a zdroje

Textové zdroje:

- [1] Vejvoda, L., Plachý, J., *Větroně na Československém a Českém Nebi*, Nakladatelství Svět Křídel, Cheb, 2009, 273 stran, ISBN 978-80-86808-64-2
- [2] Vejvoda, L., *Na Křídlech Větru*, Nakladatelství Svět Křídel, Cheb, 2010, 500 stran, ISBN 978-80-86808-83-3
- [3] Štefánik, F. a kolektiv, *Športové Lietanie, Lietadlá, Letci*, Vydavateľstvo Technickej a Ekonomickej Literatúry, Bratislava, 1988, 377 stran, ISBN 063-072-87
- [4] Olšanský, O., *Aerodynamika a Mechanika Letu*, Nakladatelství LAA ČR v knižnici Pilot, Modřišice, 1995, 77 stran
- [5] *Osnovy Výcviku na Kluzácích AK-PL 2006*, Aeroklub České Republiky, 2006, 89 stran
- [6] <http://www.vzkaznikkh.wz.cz/Historie%20plachtteni.htm>, *Historie plachtění*, (1.4.2012)
- [7] <http://www.forteg.cz/historie/bezml.htm>, *Vývoj bezmotorového létání v Československu*, (1.4.2012)
- [8] <http://www.vrydl.sweb.cz>, *Plachtění*, (1.4.2012)
- [9] <http://www.navikendpilotem.cz/bezmotoroveletani.php>, *Bezmotorové létání*, (1.4.2012)
- [10] <http://www.akfrydlant.cz/vycvik/pilot-kluzaku>, *Pilot kluzáku*, (1.4.2012)
- [11] <http://lu.fme.vutbr.cz/ucebnice/opory/aerodynamics.php>, *Obecná aerodynamika*, (1.4.2012)
- [12] <http://www.letistecr.cz/>, *Co se děje s Blaníky, Aktuálně k Blaníkům, Aktuální situace letounů L-13 Blaník, Blaníci mohou konečně do vzduchu (ale)*, (1.4.2012)

Obrázkové zdroje:

- [13] <http://www.cs-letectvi.cz>, (1.4.2012)
- [14] <http://www.airliners.net>, (1.4.2012)
- [15] <http://lighterthanair.net>, (1.4.2012)
- [16] <http://www.aerospaceweb.org>, (1.4.2012)
- [17] <http://genevalunch.com>, (1.4.2012)
- [18] <http://www.sailplanedirectory.com>, (1.4.2012)
- [19] <http://www1.ocn.ne.jp>, (1.4.2012)
- [20] <http://i39.tinypic.com>, (1.4.2012)
- [21] <http://lmk.vsetin.org>, (1.4.2012)
- [22] <http://www.glider-pilot.co.uk>, (1.4.2012)
- [23] <http://www.soarminden.com>, (1.4.2012)
- [24] http://www.let.cz/files/bulletines/ZB_L13-109a_cz.pdf, (1.4.2012)
- [25] <http://www.multiweb.cz>, (1.4.2012)
- [26] <http://www.akmedlanky.cz>, (1.4.2012)
- [27] <http://home.nwi.net>, (1.4.2012)
- [28] <http://upload.wikimedia.org>, (1.4.2012)
- [29] <http://www.pilotspace.eu>, (1.4.2012)
- [30] <http://www.aeroweb.cz>, (1.4.2012)
- [31] <http://www.planes.cz>, (1.4.2012)
- [32] <http://www.scalesoaring.co.uk>, (1.4.2012)
- [33] <http://www.belgian-wings.be>, (1.4.2012)
- [34] <http://www.alexander-schleicher.de>, (1.4.2012)

Zdroje tabulkových hodnot:

- [35] <http://www.lkzb.cz>, (1.4.2012)
- [36] <http://www.dg-flugzeugbau.de>, (1.4.2012)
- [37] <http://www.tiptop.com>, (1.4.2012)

Zdroje citací:

- [38] http://cs.wikipedia.org/wiki/Rosn%C3%BD_bod, *Rosný bod*, (1.4.2012)
- [39] <http://www.aeroweb.cz/clanek.asp?ID=2483&kategorie=30>, *Smráká se nad Blaníky?*, (1.4.2012)
- [40] <http://www.aeroweb.cz/clanek.asp?ID=2578&kategorie=25>, *Některé Blaníky by mohly opět létat*, (1.4.2012)
- [41] <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/alexander-schleicher-ask-21>, *Alexander Schleicher ASK-21*, (1.4.2012)
- [42] <http://www.cs-letectvi.cz/letadla/scheibe-sf-34>, *Scheibe SF-34*, (1.4.2012)